

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO
NÍVEL DOUTORADO**

FELIPE DIAS RIBEIRO

**OS CÓDIGOS DE CONDUTA PRIVADOS COMO FORMA DE
(AUTO)REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS NANOTECNOLÓGICOS NO
MEIO AMBIENTE DE TRABALHO**

SÃO LEOPOLDO

2022

FELIPE DIAS RIBEIRO

**OS CÓDIGOS DE CONDUTA PRIVADOS COMO FORMA DE
(AUTO)REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS NANOTECNOLÓGICOS NO
MEIO AMBIENTE DE TRABALHO**

Tese apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em
Direito, pelo Programa de Pós-Graduação
em Direito da Universidade do Vale do Rio
dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Pós-Doutor Wilson Engelmann

São Leopoldo

2022

R484c

Ribeiro, Felipe Dias

Os códigos de conduta privados como forma de (auto)regulação da gestão de riscos nanotecnológicos no meio ambiente de trabalho. / Felipe Dias Ribeiro. -- 2023. 257 f. : il. ; 30cm.

Tese (Doutorado em Direito) -- Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Direito, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Engelmann.

1. Direito do trabalho. 2. Código de conduta corporativo. 3. Programa de Integridade. 4. Nanotecnologias. 5. Regulação - Ambiente do trabalho. 6. Autorregulação - Ambiente do trabalho. 7. Gestão de Riscos. I. Título. II. Engelmann, Wilson.

CDU 34:331

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO – PPGD
NÍVEL DOUTORADO

A tese intitulada: “**OS CÓDIGOS DE CONDUTA PRIVADOS COMO FORMA DE (AUTO)REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS NANOTECNOLÓGICOS NO MEIO AMBIENTE DE TRABALHO**”, elaborada pelo doutorando **Felipe Dias Ribeiro**, foi julgada adequada e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora para a obtenção do título de DOUTOR EM DIREITO.

São Leopoldo, 10 de maio de 2022.


Prof. Dr. **Anderson Vichinkeski Teixeira**,

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Direito.

Apresentada à Banca integrada pelos seguintes professores:

Presidente: Dr. Wilson Engelmann _____ *Participação por Webconferência*

Membro: Dra. Luciane Cardoso Barzotto _____ *Participação por Webconferência*

Membro: Dr. Gilberto Stürmer _____ *Participação por Webconferência*

Membro: Dr. Maurício de Carvalho Góes _____ *Participação por Webconferência*

Membro: Dra. Raquel von Hohendorff _____ *Participação por Webconferência*

Dedico este trabalho para Laís e Bento.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer à minha esposa Laís e ao meu filho Bento por serem a fonte de amor, apoio, carinho e incentivo ao longo dos anos de Doutorado.

Agradeço a família e amigos pela ajuda ao longo do tempo do curso e da construção da tese.

Uma outra pessoa extremamente importante durante todo o período do Doutorado é o orientador. Certamente tive a grande honra e a sorte de ser orientado pelo Professor Wilson Engelmann. O Professor Wilson é uma figura ímpar como docente e como pessoa. Sempre preocupado, dedicado e generoso tentando auxiliar nos trabalhos de todas as formas. Agradeço imensamente pela possibilidade de ter sido orientado por ele e pela satisfação da parceria nos anos do curso.

Uma especial saudação ao professor Oswaldo Luiz Alves (*in memoriam*), o qual tive a satisfação de trocar ideias na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e ter a sua colaboração no desenvolvimento desta tese.

Saúdo as empresas e os laboratórios que aceitaram participar da pesquisa com questionários realizada na tese, em especial os professores, pesquisadores, colaboradores e sócios das pesquisadas. As contribuições da pesquisa foram muito produtivas para o amadurecimento do tema e do estado atual das nanotecnologias na prática.

Ainda, agradeço aos colegas e amigos Guilherme Wunsch e Everson Camargo pela parceria e pelos debates no campus de São Leopoldo.

Sou extremamente grato aos colegas, professores e profissionais administrativos da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Direito, pelo trabalho dedicado e auxílio nos momentos de estudo.

Por fim, agradeço a cada um daqueles que colaborou de alguma forma para o amadurecimento e a conclusão deste trabalho de Tese.

RESUMO

O presente trabalho tem como tema a Gestão Empresarial do Risco nas atividades de Nanotecnologia, tendo como ponto principal a análise dos Códigos de Conduta Corporativos como base para a (auto)regulação das atividades *nanotech*. A teoria de base da tese é desenvolvida a partir da teoria dos autores Gunther Teubner na perspectiva dos Códigos de Conduta Corporativos e de Niklas Luhmann na aplicação da Teoria do Risco. Enquanto problema de pesquisa trata de responder quais os elementos estruturantes dos Códigos de Conduta Privados que podem colaborar para uma melhor gestão dos riscos decorrente das atividades empresariais de base nanotecnológica no contexto do meio ambiente de trabalho. A partir da metodologia sistêmico-construtivista se propõe o estudo da dogmática jurídica do mundo *nano* e se utiliza da teoria construtivista para análise do risco tendo como base a observação e investigação dos preceitos de risco conhecido alinhados com o princípio da prevenção e do risco desconhecido alinhados com o princípio da precaução. Além disso, realiza-se pesquisa de Estudo de Caso a partir de múltiplos questionários respondidos por laboratórios de pesquisa e empresas, em que se constata as práticas adotadas e a informação concebida sobre o risco no ambiente de trabalho nanotecnológico. Identifica-se que os Códigos de Conduta Corporativos podem ser uma fonte de direito como regulador das ações das companhias aderentes, as quais assumem obrigações para si e para o seu entorno empresarial. No entanto, se verifica que a autorregulação no tocante às nanotecnologias somente gera efeitos se cercada de uma gestão de riscos amparada através de um programa de integridade específico *nanotech*. A hipótese original se confirma através da necessidade de adoção de um sistema baseado no princípio da precaução e prevenção com transparência e difusão das informações relativos aos potenciais riscos, boa-fé das partes, um Programa e Prevenção de Riscos Ambientais adequado para as medidas protetivas e preventivas dos riscos aos nanomateriais e um programa de *compliance* adotado a partir da gestão de riscos.

Palavras-chave: Código de Conduta Corporativo; Programa de Integridade; Nanotecnologias; Regulação; Meio ambiente do trabalho; Autorregulação; Gestão de Riscos; Princípio da precaução.

ABSTRACT

This paper has as its theme the Business Management of Risk in Nanotechnology activities, featuring as its main point the analysis of the Corporate Codes of Conduct as the basis for the (self) regulation of nanotech activities. The base theory of this thesis is developed based on those of authors Gunther Teubner in the perspective of the Corporate Codes of Conduct and Niklas Luhmann in the application of the Theory of Risk. As a research problem, it tried to answer which are the structuring elements of the Private Codes of Conduct that can collaborate for a better management of the risks arising from nanotechnology-based business activities in the context of the work environment. In accordance with the systemic-constructivist methodology, the study of the legal dogmatics of the nano world is proposed and the constructivist theory is used for risk analysis based on the observation and investigation of the precepts of known risk aligned with the principle of prevention and unknown risk in line with the precautionary principle. Besides that, a Case Study research was conducted on the basis of multiple questionnaires answered by research laboratories and companies, in which we verify the practices adopted and the information conceived about the risk in the nanotech work environment. It was identified that the Corporate Codes of Conduct can be a source of law as a regulator of the actions of participating companies, which assume obligations for themselves and their business environments. However, it has been found that self-regulation concerning nanotechnologies only generates effects if surrounded by risk management supported by a specific nanotech integrity program. The original hypothesis has been confirmed through the need to adopt a system based on the principle of precaution and prevention with transparency and dissemination of information regarding potential risks, good faith from the involved parties, a Program and Prevention of Environmental Risks suitable for protective and preventive measures of risks to nanomaterials and a compliance program adopted according to risk management.

Keywords: Corporate Code of Conduct; Integrity Program; Nanotechnologies; Regulation; Work Environment; Self-Regulation; Risk Management; Precautionary Principle.

RIASSUNTO

Il presente lavoro ha come argomento la Gestione Imprenditoriale del Rischio nelle attività di Nanotecnologia, e ha come punto principale l'analisi dei Codici di Condotta Aziendali come base per l'(auto)regolazione delle attività *nanotech*. La teoria di base della tesi viene sviluppata a partire dalla teoria degli autori Gunther Teubner, nella prospettiva dei Codici di Condotta Aziendali e di Niklas Luhmann, nell'applicazione della Teoria del Rischio. L'argomento di ricerca della tesi ha trattato quali elementi strutturanti dei Codici di Condotta Privati possono collaborare per una miglior gestione dei rischi derivanti dalle attività imprenditoriali di base nanotecnologica, nel contesto dell'ambiente di lavoro. A partire dalla metodologia sistemico-costruttivista si propone lo studio della dogmatica giuridica del mondo *nano* e si fa uso della teoria costruttivista per l'analisi del rischio, basandosi sull'osservazione e sull'indagine dei precetti di rischio conosciuto, allineati al principio della prevenzione e del rischio sconosciuto, allineati al principio della precauzione. Inoltre è stata realizzata una ricerca di Studio di Caso, a partire da molteplici questionari risposti da laboratori di ricerca e da aziende, dove risultano le pratiche adottate e l'informazione concepita sul rischio nell'ambiente di lavoro nanotecnologico. È stato identificato che i Codici di Condotta Aziendali possono essere una fonte di diritto, come regolatore delle azioni delle aziende aderenti, le quali assumono obblighi per sé e per il loro ambiente aziendale. Tuttavia, si è verificato che l'autoregolazione, per quanto riguarda le nanotecnologie, soltanto provocano effetti se circondata da una gestione di rischi sostenuta mediante un programma di integrità specifica *nanotech*. L'ipotesi originale si è confermata attraverso la necessità di adozione di un sistema basato sul principio della precauzione e prevenzione, con trasparenza e diffusione delle informazioni relative ai rischi potenziali, sulla buona fede delle parti, un programma di Prevenzione di Rischi Ambientali adeguato alle misure protettive e preventive dei rischi ai nanomateriali e un programma di *compliance* adottato, partendo dalla gestione dei rischi.

Parole chiave: Codice di Condotta Aziendale; Programma di Integrità; Nanotecnologie; Regolazione; Ambiente di lavoro; Autoregolazione; Gestione dei Rischi; Principio della precauzione.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Descrição do diálogo das fontes do Direito.....	29
Figura 2 – Escala de tamanho.....	56
Figura 3 – Escala de Tamanho logarítmica comparando os tamanhos “nano” e “micro”	57
Figura 4 – Representação do processo de fabricação.....	58
Figura 5 – Aplicações dos nanomateriais em diferentes setores da economia.....	59
Figura 6 – Empresas em diferentes pontos da cadeia.....	61
Figura 7 – Esquema do corpo humano com vias de exposição a nanopartículas, órgãos afetados e doenças associadas.....	62
Figura 8 – Linha Temporal da Teoria do Risco na Perspectiva da Evolução Temporal, Histórica e Social.....	65
Figura 9 – Triângulo de risco.....	70
Figura 10 - Ciclo PDCA.....	89
Figura 11 – 5 Pilares do Programa de Integridade.....	92
Figura 12 – Cubo do Coso.....	97
Figura 13 – Sistema de Gestão de Riscos.....	98
Figura 14 – Gestão de Riscos.....	99
Figura 15 – Nano LCRA framework.....	105
Figura 16 – Gestão de Riscos.....	106
Figura 17 – Framework Gestão de Riscos.....	109
Figura 18 – Fluxograma de uma abordagem em camadas.....	117
Figura 19 – Diagrama para Avaliação de Risco.....	120
Figura 20 – Estrutura para tomada de decisão baseada em risco.....	121
Figura 21 – Amostragem de ar durante o manuseio de nanotubos de carbono bruto.....	133

Figura 22 – Trabalhador envolvido na produção de nanopartículas, durante uma operação de fundição com dispositivos para proteção auditiva, respiratória e dérmica.....	133
Figura 23 – Exemplos de aparelhos de medição de nanopartículas	137
Figura 24 – Classificação dos respiradores.....	145
Figura 25 – Descrição de respiradores de ar.....	146
Figura 26 – Diagrama esquemático de cabine de segurança biológica de Classe I.....	149
Figura 27 – Exemplo de Cabine de Segurança Biológica.....	149
Figura 28 – Equipamentos de proteção Individual.....	157
Figura 29 – Laboratório de Nanotecnologia em Santa Catarina.....	161
Figura 30 – Laboratório de Nanotecnologia em Oslo-Noruega.....	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escopo do Código de Conduta.....	44
Quadro 2 – Restrições na pesquisa.....	44
Quadro 3 - Diferenças entre risco e perigo.....	68
Quadro 4 – Escore de perigo.....	103
Quadro 5 – Escore de exposição.....	103
Quadro 6 – Matriz de risco.....	104
Quadro 7 – Ações gerais em função do grupo de risco.....	104
Quadro 8 – Valores Limite de Exposição Ocupacional.....	115
Quadro 9 – Laboratórios – Estado de Atuação.....	142
Quadro 10 – Laboratórios – Quantidade de empregados.....	142
Quadro 11 – Laboratórios – Enquadramento.....	143
Quadro 12 – Laboratórios – Especificação dos nanomateriais/nanotecnologias.....	143
Quadro 13 – Laboratórios – Procedimentos de prevenção.....	144
Quadro 14 – Laboratórios – Equipamentos de proteção específicos (nano).....	144
Quadro 15 – Laboratórios – Programa de Integridade existente.....	150
Quadro 16 – Laboratórios – CIPA atua em questões de nanotecnologia.....	150
Quadro 17 – Laboratórios – PCMSO específico para nanotecnologia.....	151
Quadro 18 – Laboratórios – Projetos futuros – Procedimentos preparatórios.....	151
Quadro 19 – Empresas – Estado(s) de atuação.....	152
Quadro 20 – Empresas – Quantidade de empregados.....	153
Quadro 21 – Empresas – Especificação dos Nanomateriais/Nanotecnologias.....	154

Quadro 22 – Empresas – Enquadramento.....	155
Quadro 23 – Empresas – Procedimentos para prevenção.....	156
Quadro 24 – Empresas – Equipamentos de proteção específicos (nano).....	158
Quadro 25 – Empresas – Programa de integridade existente.....	159
Quadro 26 - Empresas – CIPA atua em questões de nanotecnologia.....	159
Quadro 27 - Empresas – PCMSO específico para nanotecnologia.....	160
Quadro 28 - Empresas – Projetos futuros – Procedimentos preparatórios.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronologia da nanotecnologia.....	55
Tabela 2 - Gestão de Riscos vs. Proteção contra riscos.....	71
Tabela 3 – Designações de Incerteza do IPCC.....	80
Tabela 4 - <i>Practical workplace interventions</i>	114
Tabela 5 – Características das Cabines de Segurança Biológica Classes I, II e III.....	147
Tabela 6 – Seleção de cabines de segurança biológica (CSB), segundo o tipo de proteção necessária.....	148

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Nanomateriais Usados em Produtos por Divisões Industriais.....	60
Gráfico 2 – Produtos em Divisões Industriais por País.....	60

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
CF	Constituição Federal
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNTs	Nanotubos de Carbono
EPI's	Equipamentos de Proteção Individuais
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat e Figueiredo.
NIOSH	<i>The National Institute for Occupational Safety and Health.</i>
NNI	National Nanotechnology Initiative
OSHA	<i>The Occupational Safety and Health Administration.</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 CÓDIGOS DE CONDUTA E OS MEIOS DE (AUTO)REGULAÇÃO NA SOCIEDADE GLOBAL.....	27
2.1 As fontes do Direito: o modelo tradicional vs modelo de autorregulação.....	27
2.2 Os Códigos de Conduta Privados e Públicos: um novo modelo de Constitucionalismo Global na proposta de Gunther Teubner.....	32
2.3 Discussões em torno dos Códigos de Conduta Privado, o Constitucionalismo Global e as Empresas.....	40
3 OS RISCOS NO MUNDO NANOTECH.....	53
3.1 As Nanotecnologias: Os Riscos conhecido e desconhecido emergentes dos nanomateriais.	53
3.2 A Teoria de Risco e Perigo de Niklas Luhmann em confronto com as novas tecnologias do mundo do trabalho.	65
3.3 O Princípio da Prevenção e Precaução no cenário da regulação das nanotecnologias.....	75
4 GESTÃO DE RISCOS E OS PROGRAMAS DE INTEGRIDADE: UMA PROPOSTA DE REDUÇÃO DO (POSSÍVEL) PREJUÍZO NO AMBIENTE LABORAL.....	84
4.1 Os Programas de integridade e suas nuances como método de prevenção dos riscos no ambiente de trabalho.....	84
4.2 A Gestão de Riscos no meio ambiente de trabalho nanotecnológico.....	96
4.3 As influências dos organismos nacionais e internacionais para a criação de um método de gestão de riscos advindos das nanotecnologias: análise das disposições sobre nanomateriais da FUNDACENTRO, NIOSH, OSHA, OMS, OIT e OCDE.....	110
5 A DISCUSSÃO EM TORNO DOS DIREITOS FUNDAMENTAIS DOS TRABALHADORES NAS EMPRESAS NANOTECNOLÓGICAS E A GESTÃO DOS RISCOS NANOTECH.....	123
5.1 Os Direitos Fundamentais dos Trabalhadores e a construção de um modelo centrado na transparência e boa-fé das partes nas Relações de Trabalho.....	123

5.2 Dados do Estudo de Caso: análise da pesquisa e a visão crítica dos resultados.....	139
5.3 A proposta de um Programa de Integridade aplicado para as empresas nanotecnológicas: novas bases para uma Gestão de Riscos e uma Avaliação de Exposição Ocupacional.....	162
6 CONCLUSÃO.....	172
REFERÊNCIAS.....	180
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO.....	199
APÊNDICE B – RESPOSTAS DO LABORATÓRIOS AO QUESTIONÁRIO.....	202
APÊNDICE C – RESPOSTAS DAS EMPRESAS AO QUESTIONÁRIO.....	214
APÊNDICE D – PROGRAMA DE INTEGRIDADE NANOTECH CRIADO PELO AUTOR.....	230
ANEXO 1 - DETAILED ANALYSIS OF RESULTS FROM THE CONSULTATION - CODE OF CONDUCT FOR RESPONSIBLE NANOSCIENCES AND NANOTECHNOLOGIES RESEARCH.....	237
ANEXO 2 - CODE OF CONDUCT FOR RESPONSIBLE NANOSCIENCES AND NANOTECHNOLOGIES RESEARCH.....	248

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa discutir a Gestão Empresarial do Risco nas atividades de Nanotecnologia.

Para isso, se apresenta como marco inicial a análise dos avanços da nanotecnologia na sociedade atual, notadamente nas relações de emprego, tendo como ponto de partida a análise dos Códigos de Conduta Corporativos como base para a regulação das atividades *nanotech*. A partir deste prisma, e com a discussão em torno da gestão do risco no âmbito empresarial, também se estabelecerá um programa de integridade (*compliance programs*) centrado na transparência (redução da assimetria informacional) e com propostas de políticas internas de prevenção como meio de mitigar eventuais nocividades e prejuízos no meio ambiente de trabalho.

As atividades com Nanotecnologias são uma realidade no mundo atual e se apresentam nos mais diversos setores da sociedade. Atualmente, no Brasil já são 84 empresas que trabalham com algum tipo de nanotecnologia e desenvolvem mais de 176 produtos com nanomateriais.¹ Já nos Estados Unidos tem-se 600 empresas desenvolvendo mais de 2.980 produtos através das nanotecnologias.² O grande paradoxo dos trabalhos com nanotecnologias é que quanto mais avançam as pesquisas nestas áreas mais profunda é a incerteza dos prejuízos que podem causar às pessoas em geral e, mais especificamente, aos trabalhadores diretamente ligados ao mundo nanotecnológico.

De início, se mostra importante estabelecer alguns conceitos básicos sobre o ramo da nanotecnologia a fim de estabelecer as nomenclaturas, suas semelhanças e distinções.

A nanotecnologia é um complexo de técnicas, práticas e estudos que analisam e exploram as propriedades de diversos materiais, em níveis extremamente reduzidos, isto é, em manipulações atômicas e moleculares.³ Ainda, esse processo trabalharia com materiais em dimensões entre um e 100 nanômetros.

Já os nanomateriais são considerados como aqueles “constituídos por partículas ou aglomerados delas com distribuição de tamanho que apresente uma

¹ STATNANO. Disponível em: <<https://statnano.com>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

² STATNANO. Disponível em: <<https://statnano.com>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

³ PYRRHO, Monique; SCHRAMM, Fermin Roland. A moralidade na nanotecnologia. In: *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, nov, 2012. p. 2031.

fração considerável de partículas com uma ou mais dimensões no intervalo entre 1 nanômetro (1 nm = 1 bilionésimo de metro) e 100 nm”.⁴ Nesse sentido, se tem os nanomateriais ou nanopartículas engenheiradas que são aqueles produzidos por ato humano a partir da manipulação da matéria em nano escala, as) nanopartículas produzidas de modo não intencional, mas com atuação através de algum processo diverso que acabou gerando partículas na escala nano e em razão da ação humana, além de eventuais materiais nanoscópicos, os quais estão presentes na natureza e que não tiveram participação de ato humano.⁵

De forma ilustrativa, recentemente, pesquisadores do NIOSH, divulgaram recomendações específicas referentes as pesquisas com possíveis exposições à inalação de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT). Nessa pesquisa, o estudo realizado com camundongos sugere que a exposição destes por inalação de nanotubos de carbono potencializou em 90% (noventa por cento) o surgimento de um eventual câncer⁶. A pesquisa não mostra que a inalação gerou diretamente o câncer, mas demonstra que ela pode potencializar o surgimento do agente cancerígeno.

Para tanto, esta tese trabalha em uma área da nanotecnologia que gera bastante controvérsia: a falta de regulação das atividades nanotecnológicas e a necessidade de juridicização do risco decorrente dos trabalhos com nanomateriais aos trabalhadores das empresas *nanotech*. A juridicização do risco se mostra necessária, uma vez que o trabalho com a nanotecnologia ainda produz incertezas quanto aos seus efeitos futuros. Por essa razão, o presente trabalho instiga a discussão em torno da Teoria do Risco, sob a visão de Niklas Luhmann, como ponto de partida para o estudo dos efeitos para os trabalhadores do mundo nanotecnológico. Por outro lado, sendo o risco nanotecnológico, em grande parte, um risco desconhecido, se mostra difícil a regulação das atividades com nanotecnologia, uma vez que os efeitos dos instrumentos legislativos teriam curta efetividade diante do rápido avanço das tecnologias.

A proposta também é analisar os Códigos de Conduta Corporativos como meios de (auto) regular as atividades pelas empresas nanotecnológicas, com base na

⁴ SCHULZ, Peter A. Nanomateriais e a interface entre nanotecnologia e ambiente. *Vigilância Sanitária em Debate*, 2013; 1(4): p. 54.

⁵ HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil: a gestão dos riscos a partir do Diálogo entre Fontes do Direito*. Curitiba: Juruá, 2014. p.422.

⁶ NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health Current. *Intelligence Bulletin 65*. Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers, April 2013. p. 51-52. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/pdfs/2013-145.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

doutrina de Gunther Teubner. Nesses dispositivos, as empresas criariam obrigações e medidas a serem seguidas por elas com o intuito de identificar, gerir e mitigar os riscos provenientes dos trabalhos com nanomateriais. Para os trabalhadores que laboram nas atividades com nanotecnologia essa questão se reveste de maior importância, na medida em que é dever do empregador prevenir o risco conhecido, além de adotar as mais severas práticas conservadoras para se precaver quanto aos demais riscos, ainda que desconhecidos. O perigo entra em voga, posto que o empregado estará exposto a potencial exposição a materiais de características únicas, com novas formas e propriedades. A mitigação dos riscos pelo empregador deve levar em consideração que é seu dever informar ao empregado que ele estará exposto a um possível risco nanotecnológico, com transparência e boa-fé nas relações empregatícias, a fim de reduzir a assimetria de informações.

O principal ponto do Código de Conduta Privado das empresas que exploram atividades de nanotecnologia será a obrigação de adoção de um programa de integridade (“*compliance programs*”). Os “*compliance programs*” estabelecem metodologias e procedimentos de conformidades em diversos segmentos. No ramo da nanotecnologia, os “*compliance programs*” podem representar uma ferramenta no intuito de determinar sistemáticas para a gestão do risco no tocante à exposição dos empregados dos laboratórios de pesquisas e das empresas atuantes nas atividades que desenvolvem trabalhos com nanotecnologia. Frisa-se que é interessante demonstrar a preocupação com essa estipulação de padrões e critérios para os trabalhos nanotecnológicos, uma vez que, no Brasil, esse cuidado já se mostra presente através de inserções em Convenções Coletivas de Trabalho negociadas entre os trabalhadores da Indústria Química⁷ e Farmacêutica⁸ e as respectivas empresas, a fim de dar transparência para o processo de prevenção do risco inserido neste tipo de trabalho.

Desse modo, o problema de pesquisa que esta tese se propõe a responder pode ser definido como: Quais os elementos estruturantes dos Códigos de Conduta

⁷ FETQUIMFAR. Federação dos Trabalhadores nas Indústrias Químicas e Farmacêuticas do Estado de São Paulo IN: *Convenção Coletiva de Trabalho 2015/2017*. Disponível em: <<http://fequimfar.com.br/wp-content/uploads/2015/05/CCT-FARMAC-2015-2017.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

⁸ SINDUSFARMA. Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo. in: *Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FetQuim – CUT*. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

Privados e Transnacionais que podem colaborar para uma melhor gestão dos riscos decorrente das atividades empresariais de base nanotecnológica no contexto do meio ambiente de trabalho?

Com a finalidade de responder ao problema de pesquisa, a hipótese original pretende demonstrar que os elementos estruturantes dos Códigos de Conduta serão: a) transparência e difusão das informações relativos aos potenciais riscos a exposição de nanomateriais; b) boa-fé das partes; c) a criação de um Programa e Prevenção de Riscos Ambientais adequado para as medidas protetivas e preventivas dos riscos aos nanomateriais baseado nos estudos de organizações de saúde e segurança do trabalho nacionais e internacionais; d) a criação de um programa de *compliance* adotado a partir da gestão de riscos a partir dos preceitos dos princípios da precaução e da prevenção.

Para isso, a pesquisa se inicia pela hipótese complementar de que o empregador deve levar em consideração que é seu dever informar que o empregado está exposto a um possível risco nanotecnológico, com transparência e boa-fé nas relações empregatícias, a fim de reduzir a confusão entre as informações. No entanto, a fim de aplicação da precaução, notadamente ligada ao risco desconhecido, uma tática de suma valia seria a criação e adoção de medidas preventivas rígidas ligadas a um programa de conformidade a partir de um marco legal criado pelas empresas com um Código de Conduta Privado.

Essas medidas de cumprimento visariam a criação de uma Avaliação de Exposição Ocupacional baseada nas medidas adotadas pelas organizações nacionais e internacionais, tais quais, *FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo, The National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH, The Occupational Safety and Health Administration – OSHA, Organização Mundial de Saúde – OMS, Organização Internacional do Trabalho – OIT e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE.*

O objetivo geral da presente tese pode ser descrito como: Analisar os elementos que devem integrar os Códigos de Conduta Privados e Transnacionais, a partir das contribuições de Gunther Teubner, buscando colaborar para uma melhor gestão dos riscos decorrente das atividades empresariais de base nanotecnológica no contexto do meio ambiente de trabalho. Já os objetivos específicos são caracterizados como: a) Verificar a discussão entre a validade da regulação disposta nos Códigos de Conduta Corporativos e Transnacionais, conforme a visão de Gunther Teubner; b)

Estudar os princípios da precaução e da prevenção a partir do risco conhecido e do risco desconhecido, sob o prisma de Niklas Luhmann; c) Delimitar a criação de “*compliance program*” a fim de que seja possível a gestão do risco no ambiente empresarial; d) Estruturar a ideia em torno da criação de uma Avaliação de Exposição Ocupacional específica para os trabalhadores do mundo nanotecnológico; e) Analisar a sistemática de transparência e da boa-fé no contrato de trabalho em torno do risco nanotecnológico com o propósito de cientificar e informar os empregados dos prejuízos diretos a partir do “direito de saber” e do “direito de recusa”, tendo como ponto de partida a garantia dos direitos fundamentais dos trabalhadores; f) Propor uma pesquisa com Estudo de Caso com o caráter de verificar os impactos nanotecnológicos no mundo do trabalho, notadamente em torno do conhecimento e do desconhecimento destes nos efeitos benéficos e nos eventuais prejuízos futuros.

A teoria de base da tese é desenvolvida a partir da teoria de base dos autores Gunther Teubner e Niklas Luhmann.

Gunther Teubner em sua obra “Fragmentos Constitucionais: Constitucionalismo social na globalização” aponta que o Constitucionalismo moderno se encontra em crise e que passa a surgir uma nova ordem constitucional que não depende mais de um Estado Nacional, mas sim impulsionada pela globalização e por sujeitos transnacionais.⁹ Com isso, o autor expõe que com a globalização passa a existir um conflito entre a “autofundação constitutiva de sistemas sociais autônomos globais e sua constitucionalização político-judiciária”.¹⁰ O principal motivo de conflito ocorre com o efetivo rompimento das fronteiras estatais decorrentes da globalização dos meios de comunicação¹¹. Com esse novo modelo nascendo, a sociedade global passa a ter novas perspectivas de um constitucionalismo, as quais são cultivadas pelos processos regulatórios de órgãos como as Organização das Nações Unidas, Organização Internacional do Trabalho, Organização Mundial da Saúde, entre outros.¹²

⁹ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 23-31.

¹⁰ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 92-94.

¹¹ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 95-96.

¹² TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 97-98.

Com a redução do papel do Estado Nacional, as empresas transnacionais passam a ser os atores globais que instituem e regulam normas privadas para si, com uma hierarquia estipulada, sem intervenção estatal e baseados na autonomia privada. Essas regras são os denominados “*Codes of Conduct*” das empresas, os quais dispõem de vinculação, com produções de vinculações internas e dotados de sanções eficazes.¹³ A partir da visão de Gunther Teubner sobre o panorama dos “*Codes of Conduct*” das empresas transnacionais se verifica que estes se autorregulam por meio da construção de sistemas de governança independentes dos Estados.¹⁴

O ponto de ligação da doutrina de Gunther Teubner com o presente trabalho se dá no entendimento acerca dos Códigos de Conduta Privados e o seu papel como (possível) novo sistema regulador no âmbito transnacional. Partindo desta perspectiva, os Códigos de Conduta Privados e Transnacionais serão utilizados como fontes de subsídio normativo criar e justificar a adoção de medidas preventivas pelas empresas *nanotech* ao lidar com o risco desconhecido provenientes da gestão dos riscos nanotecnológicos.

Em outro passo, se utiliza a doutrina de Niklas Luhmann para conduzir a discussão em torno do risco conhecido e o risco desconhecido, os quais são provenientes das atividades de nanomateriais. Nesse ponto, Niklas Luhmann na sua obra “*Sociología del Riesgo*” introduz que o risco é algo ligado a incerteza e que o dano possível é consequência da ação ou da tomada de decisão.¹⁵ Nessa medida, o conceito de risco faz uma passagem do risco-segurança para a ideia em torno do risco-perigo, o qual supõe que o perigo está ligado a causas ou fatores externos, tal como, o meio ambiente, enquanto o risco emerge da tomada de decisão, ainda que não se tenha noção plena dos efeitos da mesma.¹⁶

Para o estudo do risco ligado às nanotecnologias se teriam a discussão em relação a tomada de decisão e a possibilidade de estas serem desvantajosas de modo a causar danos mais ou menos improváveis, os quais foram impulsionados pela

¹³ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 99-101.

¹⁴ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 112-114.

¹⁵ LUHMANN, Niklas. *Sociología del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 36-38.

¹⁶ LUHMANN, Niklas. *Sociología del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 38-39.

decisão de risco e afetam não só aqueles que a efetivaram, mas várias outras pessoas. Esse fato gera um debate entre tomadores de decisão e partes afetadas.¹⁷

Com essa visão de Niklas Luhmann, a sociedade moderna agrupa um hiato entre a tomada de decisão e os afetados pela mesma, uma vez que os instrumentos jurídicos e financeiros já não são suficientes para lidar com possíveis problemas advindos dessa relação.¹⁸ Portanto, a teoria de risco de Niklas Luhmann auxiliará na identificação e conceito do risco das nanotecnologias no meio ambiente de trabalho, bem como subsidiará a fundamentação decorrente das incertezas da tomada de decisão e dos possíveis danos que esta poderá causar aos trabalhadores em geral. Ainda, no que tange a teoria luhmanniana frisa-se que não se estuda a Teoria dos Sistema e autopoiese por uma questão de delimitação temática e metodológica da Tese.

No desenvolvimento da pesquisa se utiliza a metodologia sistêmico-construtivista para a construção da resposta ao problema, tendo como pressuposto o fato de que toda a investigação teórica ocorrerá a partir do ponto de vista de um observador. Nesse ponto, se parte da ideia de Vincenzo Ferrari acerca do papel do investigador e das tarefas da sociologia, o qual as descreve em cinco verbos, quais sejam, descobrir, compreender, explicar, teorizar e prever.¹⁹ A partir disto, a investigação se dará pelo caminho e direção que o pesquisador traçou em suas linhas fundamentais, tendo como ponto de partida as questões de base.²⁰ Para tanto, se proporá o estudo da dogmática jurídica do mundo nano e se utilizará da teoria construtivista para análise do risco tendo como base a observação e investigação dos preceitos de risco conhecido alinhados com o princípio da prevenção e do risco desconhecido alinhados com o princípio da precaução.

O Método de procedimento adotado é o histórico, comparativo, monográfico e o estatístico, bem como a Técnica de pesquisa se utilizará da documentação indireta e bibliográfica.

¹⁷ LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016. p. 188-189.

¹⁸ LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016. p. 189.

¹⁹ FERRARI, Vincenzo. *Primera Lección de Sociología del Derecho*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. p. 91.

²⁰ FERRARI, Vincenzo. *Primera Lección de Sociología del Derecho*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. p. 106.

No presente trabalho se efetua Estudo de Caso, tendo como pressuposto que “um caso é uma construção intelectual que busca oferecer uma representação de um fenômeno jurídico, em um contexto específico, a partir de um leque amplo de dados e informações”.²¹ A definição pela estratégia do estudo de caso se deu pelo fato de este ser um método de investigação que analisa um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente quando não se tem limites claros entre o fenômeno e o contexto.²²

Nesse sentido, se utiliza a documentação direta com o propósito de demonstrar que as informações sobre os efeitos são reduzidos se estabelecerá uma pesquisa com Estudo de Caso com uma entrevista através de questionários a serem respondidos pelos laboratórios de pesquisa e/ou empresas, a fim de diagnosticar as boas práticas e a informação concebida sobre o risco, tendo como intuito a construção de uma melhoria no ambiente de trabalho nanotecnológico.

Salienta-se que a presente pesquisa não pretende a identificação dos participantes e a divulgação de informações agregadas que possam gerar a possibilidade de identificação individual destes, de modo que se mostra desnecessária a autorização do Comitê de Ética e Pesquisa, nos termos do artigo 1º., parágrafo único, incisos I e VII da Resolução nº. 510, de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde.²³

Desse modo, o caráter da pesquisa não teve como propósito identificar, publicizar ou veicular informações das companhias, tampouco aquelas delimitadas no questionário, mas tão somente analisar os dados coletados para fins acadêmicos e com finalidade de subsidiar a pesquisa para a tese de doutorado, sendo, portanto, assegurado o sigilo das informações e dos entrevistados.

Para esta tese se efetuou uma pesquisa de Estudo de Caso com 3 (três) laboratórios de nanotecnologia e 4 (quatro) empresas da indústria nano, farmacêutica e química, atuantes na área com o propósito de quantificar e qualificar uma coleta de dados relativos aos procedimentos adotados na área de segurança e medicina do

²¹ MACHADO, Maira Rocha. O Estudo de caso na pesquisa em Direito. In: Machado, Máira Rocha (Org.). *Pesquisar empiricamente o direito*. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017. p. 357.

²² YIN. Robert K. *Estudo de caso: planejamento e método*. Tradução de Daniel Grassi. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 32.

²³ BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº. 510, de 07 de abril de 2016*. Resolução dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

trabalho quanto as atividades de nanotecnologia. O intuito desta pesquisa foi verificar, na prática, se é realizada a gestão do risco, se existe um conhecimento efetivo acerca do trabalho com nanotecnologia, bem como detalhar a metodologia de prevenção/precaução do risco nos laboratórios de pesquisa e nas empresas que atuam com nanotecnologia.

Ainda, cabe ressaltar que a tese tem originalidade, pois parte dos padrões estipulados pela FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo²⁴, NIOSH - *The National Institute for Occupational Safety and Health*²⁵, OSHA - *The Occupational Safety and Health Administration*²⁶, Organização Mundial de Saúde – OMS, Organização Internacional do Trabalho – OIT e Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE., para criar um programa de integridade (“*compliance program*”) a ser adotado nas empresas que exploram atividades nanotecnológicas. Este programa de integridade tem diretrizes claras e objetivas com o propósito de prevenir eventuais exposições dos trabalhadores aos prejuízos diretos e indiretos decorrentes das nanotecnologias, bem como observa critérios de precaução e prevenção na gestão do risco através de um mecanismo prático a ser utilizado nas corporações.

Com a finalidade de se demonstrar a originalidade do tema se efetuou pesquisa no sítio eletrônico do Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES com as palavras-chaves da presente Tese, sendo que se constatou a inexistência de trabalho no mesmo nicho de pesquisa e com a temática aqui explorada.

Esta Tese de Doutorado se insere na Linha de Pesquisa n. 2 “Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização”, do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos, visto que se pretende destacar a importância do estudo das nanotecnologias a partir da caracterização do risco presente na Teoria de Niklas Luhmann, bem como a possibilidade de (auto) regulação das corporações transnacionais através dos Códigos de Conduta Privados com base na Teoria de Gunther Teubner. A matriz de pesquisa do trabalho alinha com os preceitos dos

²⁴ FUNDACENTRO. *Fundação Jorge Duprat e Figueiredo*. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

²⁵ NIOSH. *The National Institute for Occupational Safety and Health Current*. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

²⁶ OSHA. *Occupational Safety and Health Administration*. Disponível em: <<https://www.osha.gov>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

estudos da linha de pesquisa do programa da instituição, pois avalia as transformações decorrentes das novas tecnologias e suas influências no Direito, de modo a questionar as formas de regulação dos Estados e o surgimento de novos direitos e deveres para as partes envolvidas neste processo global, quais sejam, corporações, trabalhadores e Estado.

Da mesma forma, a Tese se alinha aos temas pesquisados pelo orientador, professor Pós-doutor Wilson Engelmann, mais especificadamente, ao projeto “*As nanotecnologias e suas aplicações no meio ambiente: entre os riscos e a autorregulação*”, aprovado no âmbito do Edital Pesquisador Gaúcho da FAPERGS, o qual analisa a ausência de marcos regulatórios no âmbito das nanotecnologias e a necessidade de o Direito ampliar os seus horizontes para sistemas de autorregulação dos particulares, em que se extrairá modelos que podem atender as demandas existentes e as futuras diante dos avanços rápidos das tecnologias. O tema da pesquisa deste projeto de tese também está vinculado aos trabalhos científicos desenvolvidos no âmbito do Grupo de Pesquisa JUSNANO, credenciado junto ao CNPq.

Para isto, a Tese de Doutorado foi dividida em quatro capítulos, tendo cada um deles três partes. No primeiro capítulo encontrar-se-á a delimitação dos Códigos de Conduta na forma proposta por Gunther Teubner. Inicialmente, se apresentará a discussão em torno das fontes do Direito e o confronto entre o modelo tradicional e modelo da autorregulação, explorando as diversidades e adequações necessárias para se encaixar nas novas tecnologias. Em seguimento, se explorará as nuances específicas dos Códigos de Conduta Públicos e Privados em que se vislumbrará o novo modelo de Constitucionalismo Global defendido por Gunther Teubner. Por fim, no último tópico encontrar-se-á as particularidades dos Códigos Privados Transnacionais como meio de as empresas disporem condutas próprias para se autorregular e de que forma isso contrapõe o papel do Estado como regulador das normas.

As nanotecnologias e os riscos serão apresentados no segundo capítulo, o qual se trará a visão de Niklas Luhmann da sua Teoria de Risco e Perigo. No primeiro ponto se explorará toda a evolução histórica das nanotecnologias, seus principais conceitos, caracterizações e as certezas e incertezas decorrentes dos riscos que essa nova tecnologia apresenta no processo industrial. Já em um segundo momento se apresentará a base da Teoria do Risco e Perigo de Niklas Luhmann, tendo esta como

matriz teórica para a análise do Risco no mundo novo das novas tecnologias aplicadas nas relações de trabalho. Ao fim deste capítulo se estudará a aplicação dos princípios da precaução e prevenção no cenário das nanotecnologias, razão pela qual se verá ilustrará os conceitos destes princípios advindos do Direito Ambiental e como eles contribuem para a construção de um sistema multidisciplinar para ser aplicado aos casos concretos das nanotecnologias a fim balizar eventuais riscos e efeitos.

No terceiro capítulo se apresentará os Programas de Integridade e a Gestão de Riscos como uma proposta de prevenção dos riscos no meio ambiente de trabalho. No item inicial se avaliará os programas de integridade na perspectiva brasileira e estrangeira com a finalidade de verificar se este pode ser um método de prevenção de riscos no meio ambiente laboral. Em um segundo momento se trará a avaliação dos sistemas de Gestão de Riscos e como isso colaborará para adequação de procedimentos das empresas que trabalham com nanotecnologias. No último item se estudará as influências dos organismos nacionais e internacionais tais como, FUNDACENTRO, NIOSH, OSHA, OMS, OIT e OCDE para a criação de um modelo aplicável aos riscos decorrentes das nanotecnologias.

O último capítulo aponta a discussão em torno dos direitos fundamentais dos trabalhadores nas empresas nanotecnológicas, apresenta os dados do estudo de caso e os modelos criados a partir dos estudos da tese. No primeiro item do capítulo final se analisará a matriz dos direitos fundamentais dos trabalhadores, os quais são norteadores para a criação de um modelo de boa-fé e transparência que será necessário para uma Gestão de Riscos no meio ambiente laboral. Já no segundo momento se analisará os resultados do Estudo de Caso realizado com três laboratórios *nanotech* e as quatro empresas da área industrial e/ou produtiva de nanotecnologia a fim de se ter um panorama das questões de segurança e medicina do trabalho e gestão de riscos nestas corporações. Por fim, a partir da base teórica do trabalho e também dos resultados práticos apresentados no Estudo de Caso se criará um modelo de Avaliação de Exposição Ocupacional específica para nanomateriais e um Programa de Integridade Nanotech, os quais poderão se mostrar como paradigmas para os riscos conhecidos e desconhecidos das nanotecnologias.

2 CÓDIGOS DE CONDUTA E OS MEIOS DE (AUTO)REGULAÇÃO NA SOCIEDADE GLOBAL

Neste capítulo inicial se estudará os Códigos de Conduta e os meios de regulação e autoregulação na sociedade global. Para tanto, se analisará as fontes do Direito e de que forma ocorre o contraponto entre o modelo tradicional e o modelo da autoregulação. Posteriormente, se aprofundará os Códigos de Conduta Privados e Púlbic a partir da proposta de Constitucionalismo Global de Gunther Teubner. Por último, se verificará as críticas e os elementos positivos torno dos Códigos Privados Transnacionais, do Constitucionalismo Global e da relação das Empresas com todo esse meio.

2.1 As fontes do Direito: o modelo tradicional vs modelo de autorregulação.

As fontes do Direito são o nascedouro da própria existência do ordenamento jurídico. A necessidade de estudo deste tema se dá pela necessidade de avaliação se as diretrizes dispostas nos Códigos de Conduta Privado são passíveis de reconhecimento como normas válidas e de aplicação na sociedade. Para tanto será vital a análise do modelo tradicional das fontes do direito, assim como o devido contraponto com o modelo da autorregulação.

A importância do estudo das Fontes do Direito, na visão de Antônio Castanheira Neves, se verifica pela problemática de saber como o Direito é constituído e como ele se manifesta quando positivado na realidade de uma determinada comunidade.²⁷

Hans Kelsen questiona o uso inadequado da expressão “fonte de Direito”, uma vez que considera que é incorretamente utilizada e eivada de um caráter técnico:

A equivocidade ou pluralidade de significações do termo “fonte de Direito” fá-lo aparecer como juridicamente imprestável. É aconselhável empregar, em lugar desta imagem que facilmente induz em erro, uma expressão que inequivocamente designe o fenômeno jurídico que se tem em vista.²⁸

No que tange ao modelo tradicional das fontes do Direito, importante o estudo da doutrina de Francisco Cavalcante Pontes de Miranda:

Os fatos juridicizáveis, estão, sempre, ligados a uma pessoa, ou porque digam respeito a ela (nascimento, maioridade, morte, casamento), ou porque

²⁷ CASTANHEIRA NEVES, António. *Digesta: escritos acerca do direito, do pensamento jurídico, da sua metodologia e outros*. v.2. Coimbra: Coimbra Editora, 1995. p. 7.

²⁸ KELSEN, Hans. *Teoria Pura do Direito*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. p. 259.

atinjam a sua esfera jurídica, ou se refiram ao seu modo de atuar. O direito obtém a adaptação social, que faz o processo social específico, através de relações entre pessoas.²⁹

Ao comentar sobre a Teoria de Hans Kelsen e Francisco Cavalcante Pontes de Miranda, Wilson Engelmann contextualiza a respeito dos modelos clássicos:

Tanto Pontes de Miranda quanto Hans Kelsen se assemelham na forma de conceber o sistema jurídico, pois consideram o mesmo como um sistema lógico, dotado de premissas em que o fato da vida vai encaixando-se ao suporte fático previsto na norma previamente estabelecida, para finalmente produzir os efeitos jurídicos nela contidos. Este caminho obrigatório de conexão entre o fato e o suporte estabelece a logicidade do sistema.³⁰

A linha da doutrina de Pontes de Miranda apresenta três Planos: a existência, a validade e eficácia, as quais são formadoras da Teoria do Fato Jurídico.³¹ Nesse contexto, o fato social é base para a definição do fato jurídico pela norma, de modo que enquanto não houver norma o regulando, este não se transformará em fato jurídico e não gerará efeitos jurídicos, se mantendo como um fato social.³²

Aqui surge a principal problemática em torno do modelo tradicional de Fontes do Direito. Considerando que as nanotecnologias e os Códigos de Conduta não estão regulados em regras jurídicas tradicionais, pelo entendimento anterior, elas não passariam pelo Plano da Existência e estaria fora do “mundo jurídico”.³³

Partindo dessa ideia, seria inviável aplicar a clássica Teoria do Suporte Fático no contexto das nanotecnologias e dos “*codes of conduct*”. Wilson Engelmann, ao lidar com essa problemática, passa a expor:

²⁹ PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcante. *Tratado de Direito Privado*. Parte Geral. Rio de Janeiro: Borsoi, 1954, tomo I, p. 1-35. p.24.

³⁰ ENGELMANN, Wilson. A (re)leitura da teoria do fato jurídico à luz do “diálogo entre as fontes do direito”: abrindo espaços no direito privado constitucionalizado para o ingresso de novos direitos provenientes das nanotecnologias. IN: STRECK, Lenio Luiz e MORAIS, José Luis Bolzan de. (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, n. 7. pp. 289-308.

³¹ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do Direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: Anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012, n.9, p. 319-344. p.326.

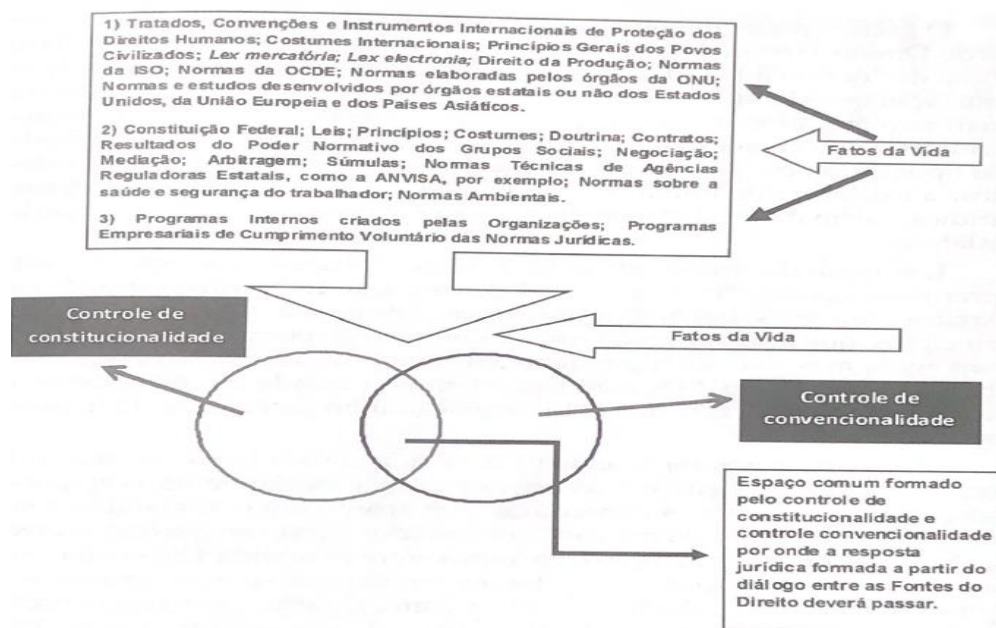
³² MELLO, Marcos Bernardes de. *Teoria do fato jurídico: plano da existência*. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. XXVII.

³³ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do Direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: Anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012, n.9, p. 319-344. p.326.

Uma das características da pluralidade de fontes é considerar além da lei no seu sentido mais lato, com ênfase na Constituição da República, os princípios e a jurisprudência – notadamente aquela expressa em Súmulas e, mais recentemente, também as Súmulas Vinculantes, as decisões judiciais projetadas nos acórdãos dos Tribunais – a doutrina, os costumes, os contratos, o poder normativo dos grupos sociais, as decisões oriundas da negociação, mediação e arbitragem, as normas internacionais, como o “direito de produção” e a *Lex mercatória*, os Tratados e Convenções Internacionais, costumes internacionais e os princípios gerais do Direito Internacional. Esse conjunto é que se deverá considerar como a expressão “Fontes do Direito” e é nele que se deverá potencializar o diálogo. Uma teoria do Fato Jurídico deverá dar conta da juridicidade por este conjunto plural e coordenado de fontes.³⁴

Para explicar esse entendimento resta necessária a aplicação do diálogo entre as fontes do Direito, conforme demonstra a Figura 1 apresentada abaixo:

Figura 1: Descrição do diálogo das fontes do Direito.



Fonte: ENGELMANN³⁵.

³⁴ ENGELMANN, Wilson. A (re)leitura da teoria do fato jurídico à luz do “diálogo entre as fontes do direito”: abrindo espaços no direito privado constitucionalizado para o ingresso de novos direitos provenientes das nanotecnologias. IN: STRECK, Lenio Luiz e MORAIS, José Luis Bolzan de. (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, n. 7. pp. 289-308. p. 295-296.

³⁵ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). *Constituição, sistemas sociais e hermenêutica*: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 329.

A Figura 1 demonstra uma proposta de diálogo entre as fontes de direito em que os denominados “fatos da vida” passam pelo controle de convencionalidade e controle de constitucionalidade, tendo a partir do viés dos dois controles uma possível resposta jurídica advinda desta teoria do diálogo das fontes.

Desse modo, se vislumbra que a teoria clássica não é suficiente para a adequação das nanotecnologias e dos Códigos de Conduta. Assim, o modelo que se apresenta como viável seria o da autorregulação.

Nessa linha, hoje temos modelos diferentes daqueles clássicos que propiciam a autorregulação entre as partes:

O processo contemporâneo de “privatização” do Direito vincula-se às ideias de *pluralismo jurídico* e de *policontextualidade*, as quais contemplam possibilidades de existência de *ordens jurídicas não estatais*, administrado pelos próprios atores privados, que são responsáveis pela produção e aplicação das próprias normas, em uma espécie de “autorregulação” de suas condutas.³⁶

A autorregulação é um modelo que está se ampliando no contexto global:

Nesse cenário, ganha força a chamada autorregulação, termo polissêmico utilizado para fazer referência à pluralidade de situações nos quais agentes econômicos privados, por meio de mecanismo informativos, persuasivos ou normativos estabelecem, em alguma medida, os parâmetros a serem seguidos por eles próprios, com o objetivo de promover interesses previstos no sistema constitucional ou com eles compatíveis.³⁷

O sistema da autorregulação apresenta vantagens em detrimento ao modelo tradicional: “i) proximidade (estar mais próximo da indústria que está sendo regulada); ii) flexibilidade (ausência de constrangimentos políticos e administrativos); iii) maior cumprimento; e iv) maior potencial de mobilização de recursos”.³⁸

Fabrizio Cafaggi e Andrea Rendaum propõe um novo modelo teórico de avaliação, o qual se aplica a autorregulação aqui explicitada:

³⁶ FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015 p. 395-414. p. 409.

³⁷ FERRARI, Isabela. Nova governança: insights para o aprimoramento da regulação estatal. p. 110-129. In: BECKER, Daniel; FERRARI, Isabela (coord.). *Regulação 4.0 – novas tecnologias sob a perspectiva regulatória*. São Paulo: Thompson Reuters, 2019. p. 125.

³⁸ COGLIANESE, C.; HEALEY, T.J.; KEATING, E.K.; MICHAEL, M.L. The Role of Government in Corporate Governance. *Regulatory Policy Program Report RPP-08*, Cambridge, MA: Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University.

Eficácia. Três tipos diferentes de indicadores parecem relevantes para uma avaliação de a eficácia da governança privada: i) indicadores de atividade e governança.

Indicadores que correlacionam características de governança e atividades regulatórias do esquema de governança privada; ii) indicadores de cumprimento, ou seja, indicadores utilizados como meio de reportar e sinalizar o cumprimento das metas estatutárias, auxiliando na verificação da consistência entre meios e objetivos; e iii) Indicadores de impacto, que incluem critérios e indicadores usados para avaliar o desempenho de esquemas regulatórios privados e seu impacto em diferentes públicos – por exemplo, se as consequências distributivas esperadas ocorreram ou se são necessárias transferências de riqueza para corrigir efeitos inesperados. Esses últimos 'meta-indicadores', em particular, são úteis para os formuladores de políticas públicas entenderem se os reguladores privados se avaliam com base na eficácia 'privada'.³⁹

Deverá se ter uma nova Teoria Pluralista alinhada às Fontes do Direito, que tenha capacidade de efetivar processos espontâneos de formação do Direito na sociedade mundial independentes das esferas estatais e interestatais.⁴⁰ Na mesma linha de Gunther Teubner, Mateus de Oliveira Fornasier e Luciano Vaz Ferreira refletem:

Apenas uma teoria desse tipo, que trate de um Direito oriundo de discursos (e não apenas relacionado a grupos) permitiria uma interpretação adequada do Direito global. Ao lado dela, deve se fazer presente uma nova teoria das fontes do Direito, reconcebida de forma pluralista –em que as fontes seriam oriundas de processos independentes das instituições estatais (individualmente ou de maneira internacional).⁴¹

A caracterização do Direito Global na visão direta de Gunther Teubner é:

Eis a caracterização, portanto, do Direito global: multifacetado, hipercomplexo, contingente, policontextual. Contudo, sua complexidade é organizada, apesar de não hierárquica. Ademais, a sua característica de não estatalidade (combinada com várias organizações estatais, internacionais e supraestatais) permitem vislumbrar possibilidades reflexivas de uma ordem jurídica a outra.⁴²

³⁹ CAFAGGI, Fabrizio; RENDA, Andrea. Public and Private Regulation: Mapping the Labyrinth . *CEPS Working Document*, n. 370, Out. 2012. p. 26. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2156875>>. Acesso em: 17 mar; 2022.

⁴⁰ TEUBNER, Gunther. A Bukowina Global sobre a Emergência de um Pluralismo Jurídico Transnacional. *Impulso*, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 09-31, 2003. p. 9.

⁴¹ FORNASIER, M. de O.; FERREIRA, L. V. Regulação do Risco Nanotecnológico e Normas do Sistema Iso: Da Possibilidade de uso criativo do Direito Global Transnacional. *Revista Paradigma*, 26(1).2017. Disponível em: <<https://revistas.unaerp.br/paradigma/article/view/842>>. Acesso em: 17 mar. 2022. P. 88.

⁴² TEUBNER, Gunther. A Bukowina Global: sobre a Emergência de um Pluralismo Jurídico Transnacional. Tradução: Peter Naumann. Revisão técnica: Dorothee Susanne Rüdiger. *Impulso*, Piracicaba, v. 14, n.33, p. 9-31, 2003. p. 89

Pela Teoria de Gunther Teubner em sua obra *Fragmentos Constitucionais* amplia o conceito de Constituição e abre um leque para os particulares transnacionais se regularem através de normas transnacionais.

Nesse sentido, os Códigos de Conduta Privados através do sistema da autorregulação é o ponto que será explorada no próximo tópico do trabalho sob a matriz da Teoria de Gunther Teubner.

2.2 Os Códigos de Conduta Privados e Públicos: um novo modelo de Constitucionalismo Global na proposta de Gunther Teubner.

As atividades de nanotecnologias carecem de marcos regulatórios tradicionais tanto em nível global quanto no âmbito nacional. Parece quase impossível que o Estado possa intervir neste meio de modo pleno a fim de criar um marco regulatório que seja amplo o suficiente para atingir os mais diversos fins tecnológicos e específico o bastante para delimitar elementos pontuais para os tipos de trabalhos nanotecnológicos e os nanomateriais existentes.

Por essa razão, uma fonte de Direito que se apresenta como alternativa seriam os Códigos de Conduta voluntários de corporações transnacionais.⁴³ Os Códigos de Conduta podem se apresentar de duas formas mais predominantes, quais sejam, Códigos Públicos e Códigos Privados. Fabrizio Marrella estabelece que na primeira categoria estão elencados os códigos de conduta elaborados pelas autoridades governamentais nacionais e por organismos internacionais. Em um segundo ponto, em vez disso, os códigos de conduta elaborados por sujeitos privados devem ser colocados, incluindo códigos coletivos e códigos individuais de comportamento.⁴⁴ No primeiro tipo, as formas mais comuns são as normas e os acordos ligados ao âmbito de Direito Internacional, os quais estabelecem diretrizes a respeito de condições de trabalho da OIT - Organização Internacional do Trabalho,

⁴³ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 110.

⁴⁴ MARRELLA, Fabrizio. *La nuova lex mercatoria: principi unidroit ed usi dei contratti del commercio Internazionale*. Padova: CEDAM, 2003. p. 779.

regulações da OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, entre outros exemplos.⁴⁵

Em outra perspectiva, os Códigos Privados são proposições voluntárias em que as corporações transnacionais se obrigam a cumprir determinações e implementar condições para as suas áreas de foco de atuação. Os Códigos de Conduta Privados são criados pelas corporações, descrevem recomendações e tem estratégias de prevenir a regulação estatal através de uma espécie de legislação na esfera privada.⁴⁶

Na visão de Gunther Teubner, os Códigos de Conduta Privados se apresentam como uma Constituição Corporativa Transnacional, em outras palavras, uma constitucionalização em sentido estrito.⁴⁷ Na prática, essa espécie de Constituição Privada supriria a atuação estatal, uma vez que demonstra uma juridicização das condutas e das ações particulares. Conforme Luciane Cardoso Barzotto o conceito básico dos *corporate code of conduct* são:

Códigos de conduta privados, neste contexto, são declarações de empresas que tornam expressos os compromissos da empresa com a fabricação de certo produto, nos parâmetros de responsabilidade social, ou seja, com ações economicamente produtivas que respeitem o meio ambiente e os aspectos sociais (trabalhistas) nos quais se inserem. Também são documentos que disciplinam condições de produção dos fornecedores e subcontratantes de determinada empresa multinacional.

São instrumentos de gestão das grandes empresas e um modo de a empresa apresentar-se aos consumidores, aos Estados nacionais e a os consumidores como entes responsáveis capazes de realizar escolhas éticas e não somente economicamente vantajosas.⁴⁸

Os atores privados operam individualmente e com novas colaborações as quais estabelecem diretrizes para si próprias ou para empresas fornecedoras, sendo

⁴⁵ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 110.

⁴⁶ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 110-111.

⁴⁷ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 111.

⁴⁸ BARZOTTO, Luciane Cardoso. Códigos de Conduta, Responsabilidade Empresarial e Direitos Humanos dos Trabalhadores. *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Brasília, vol. 69, n. 1, jan./jun. 2003, p. 81.

que uma característica marcante é voluntariedade da adesão.⁴⁹ Os envolvidos neste processo podem ser empresas privadas, Organizações Não-Governamentais e organizações civis, bem como a participação de Organizações Intergovernamentais.⁵⁰ O propósito destas partes é estabelecer padrões regulatórios que envolvem todas as funções da regulamentação, elaboração promoção e implementação de regras, monitoramento e imposição de sanções.⁵¹

Para os autores Kenneth Abbott e Duncan Snidal estas formulações pelos atores privados criam um novo tipo de sistema regulador transnacional, o qual apresenta uma nova faceta de atuação da regulação e do Estado.⁵² Com isso, resta necessário a análise de uma Nova Governança, a qual é denominada pelos autores de Nova Governança Transnacional.⁵³ No cenário da Nova Governança, o Estado possui funções distintas da tradicional, conforme os elementos centrais deste sistema:

- (1) incorpora uma gama descentralizada de atores e instituições, público e privado, no sistema regulatório, através de negociação de normas com as empresas, incentivando e supervisionando a autorregulação, ou patrocinando sistemas de gestão voluntária;
- (2) confia nesta gama de atores com expertise em regulamentação;
- (3) modifica suas responsabilidades regulatórias para enfatizar uma ordenação dos atores e instituições públicas e privadas em vez de promulgar diretamente e aplicar regras; e
- (4) utiliza “soft law” para complementar ou substituir a obrigatoriedade da “hard law”.⁵⁴

⁴⁹ ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 505-506. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022.

⁵⁰ ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 506. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022.

⁵¹ ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 507. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022.

⁵² ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 508. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022.

⁵³ ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 508. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022..

⁵⁴ Versão original em inglês: (1) incorporates a decentralized range of actors and institutions, both public and private, into the regulatory system, as by negotiating standards with firms, encouraging and supervising self-regulation, or sponsoring voluntary management systems; (2) relies on this range of actors for regulatory expertise; (3) modifies its regulatory responsibilities to emphasize orchestration of public and private actors and institutions rather than direct promulgation and enforcement of rules; and

Gunther Teubner, por outro lado, defende que os códigos corporativos contêm funções, estruturas e instituições de verdadeiras constituições:

1. Na medida em que códigos corporativos “públicos” e “privados” juridificam princípios fundamentais de uma ordem social e, ao mesmo tempo, estabelecem regras para a sua autocontenção, eles preenchem funções constitucionais centrais.
2. Com suas características de dupla reflexividade e metacodificação binária, ambos os códigos desenvolvem autênticas estruturas constitucionais.
3. Como instituições constitucionais, os dois códigos não formam uma hierarquia de constituições públicas e privadas, mas uma ligação ultracíclica de redes de normas constitucionais qualitativamente diferentes.⁵⁵

A partir desta perspectiva a regulação dos códigos corporativos primam pela liberação das empresas da estrutura estatal, mas, ao mesmo tempo, converge no sentido de conceder segurança jurídica e dinamicidade para as relações globais.⁵⁶ A grande vantagem desse sistema dos códigos corporativos é que prima pela responsabilidade pública com autolimitação nas atividades corporativas. Esse ponto é vital para as atividades de empresas nanotecnológicas, uma vez que se estabeleceria procedimentos e responsabilidades de prevenção a serem cumpridos de forma obrigatórias pelas corporações.

Sean Murphy é um crítico da visão de Gunther Teubner, pois entende que os Estados deveriam prever um padrão mínimo para os códigos de conduta, denominado como “o código para os códigos”, bem como deveria se ter uma intervenção estatal na supervisão e fiscalização das empresas com a finalidade de se estipular um controle de qualidade acerca dos códigos privados.⁵⁷ Uma outra crítica para a atuação de atores privados nas ordens transnacionais é que tais organismos regulam uma

(4) utilizes “soft law” to complement or substitute for mandatory “hard law.” ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. p. 509. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022..

⁵⁵ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 112.

⁵⁶ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 113.

⁵⁷ MURPHY, Sean D. Taking multinational corporates codes of conduct to the next level. *Columbia Transnational Law*, New York, v. 43, 2005, p. 46-47. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=627608>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

série de atividades e relações de pessoas que não tiveram qualquer possibilidade de participação ou influência nestas normas. Com isso, na prática, estaria se reduzindo o papel do Estado como um todo e do Poder Legislativo, o que, de fato, acarreta uma quebra no poder da democracia e no papel destes cidadãos no processo democrático.⁵⁸

Uma terceira crítica ao pensamento de que as empresas transnacionais atuariam como legisladores no âmbito privado é de Peter Muchlinski, o qual refere que estes processos são desregulatórios e que aumenta a livre escolha corporativa. O autor denomina esse fenômeno de globalização desreguladora e afirma que se trata de um projeto neoliberal para facilitar a liberdade de ação das empresas. No entanto, critica esse sistema, pois entende que o Estado deve assumir um papel de regulador através da legislação em razão de questões de litígios, responsabilidade corporativa e direitos humanos.⁵⁹

No que tange aos códigos, estes assumirão um viés de dispositivo constitucional quando desenvolverem elementos típicos de uma constituição, quais sejam: dupla reflexividade e metacodificação binária.⁶⁰ Na visão Gunther Teubner, as características que ligam os códigos a uma espécie de Constituição corporativa são quando “determinam regras secundárias concernentes à identificação, interpretação, emenda e competências para a criação e delegação de regras primárias”⁶¹. No mesmo sentido, em um nível superior encontram-se princípios gerais de constituição corporativa, no nível intermediário tem-se as normativas relativas a aplicação e monitoramento, ao passo que no patamar inferior se tem as determinações concretas da conduta. Neste ponto é que se vislumbra a dupla reflexividade de normas legais e

⁵⁸ RODRIGUEZ, José Rodrigo. Cidadania em transformação: um panorama dos problemas atuais. *Revista da Faculdade de Direito UFPR*, Curitiba, PR, Brasil, v. 62, n. 3, p. 71, set./dez. 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/direito/article/view/50979>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

⁵⁹ MUCHLINSKI, Peter. The Changing Face of Transnational Business Governance: Private Corporate Law Liability and Accountability of Transnational Groups in a Post-Financial Crisis World. *Indiana Journal of Global Legal Studies*, v. 18, iss. 2, 2011, p. 4-6. Disponível em: <<https://www.repository.law.indiana.edu/ijgls/vol18/iss2/4>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

⁶⁰ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 114.

⁶¹ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 114.

estruturas sociais.⁶² O caráter de Constituição corporativa vislumbrado pelo autor alemão acontece também pois:

Constituições corporativas transnacionais conectam processos reflexivos na organização econômica a processos reflexivos jurídicos; dito de outra maneira, elas ligam princípios fundamentais a regras legais secundárias. Uma constitucionalização autônoma, não estatal, não política e, portanto, genuinamente social ocorre nos códigos corporativos transnacionais, uma vez que juridicizam processos sociais reflexivos concernentes à relação da empresa com seus ambientes conectando-os a processos jurídicos, por sua vez, reflexivos, isto é, standardizações de standardizações. Sob essas condições, é razoável falar de elementos de uma autêntica constituição dentro de códigos corporativos de corporações transnacionais. Os códigos de fato mostram elementos típicos de uma constituição: regulações atinentes ao estabelecimento e prática de tomadas de decisão organizacional (regras procedimentais da corporação) e a definição dos limites do sistema (direitos fundamentais de indivíduos e instituições face à corporação).⁶³

Na visão de Katja Creutz os Códigos de Conduta parecem ser a ferramenta perfeita no mundo globalizado, haja vista que, aparentemente, os Estados renunciaram ao seu papel de regular em favor das empresas e entidades empresariais.⁶⁴

Essa perspectiva de contraponto entre as normas estatais e corporativas são estabelecidas, na linha de Gunther Teubner, através do binômio *hard law/soft law*, isto é, o Estado regula algumas normas de forma vinculante e com o cumprimento garantido por meio de sanções, tais como questões societárias, trabalhistas e regulatórias, enquanto que as normas empresariais internas se constituem de autonomia privada.⁶⁵ Quando se fala nos códigos corporativos as regras se invertem, ou seja, as normas estatais passam a ser consideradas como *soft law*, ao passo que as normas privadas das empresas passam a ter status de *hard law*.⁶⁶ Nesse sentido,

⁶² TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 114-115.

⁶³ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 115.

⁶⁴ CREUTZ, Katja. Law versus Codes of Conduct. In: Klabbers, J. and Piiparinen, T. (eds.) *Normative Pluralism and International Law: Exploring Global Governance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. P.199.

⁶⁵ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 99-100.

⁶⁶ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 100.

a problemática a respeito dos códigos de conduta é a sua natureza jurídica, validade e efetividade perante o sistema jurídico:

Por sua vez, os *codes* internos das empresas são, de fato, *private ordering* não estatal, mas constituem direito válido, dispõem de grande vinculabilidade e são dotados de sanções efetivas. Seu caráter genuinamente jurídico é ainda contestado, com veemência, pela dogmática privatista, já que ela insiste na derivação estatal do fundamento da validade, não reconhecendo as *private ordering* como direito.⁶⁷

A justificativa para a sua validade parte da ideia de “vinculação independente entre normas primárias e secundárias no mundo do *private ordering*”.⁶⁸ Os *codes* privados são estruturados com princípios da empresa em um patamar superior, enquanto que em um patamar intermediário se encontram os tipos de aplicação e fiscalização para, ao fim, no nível básico ser estipulado as matrizes comportamentais concretas.⁶⁹

A partir do momento que estes atores privados na esfera transnacional passam a se autorregular, eles poderiam se esquivar de obrigações a direitos fundamentais. A doutrina do *state action* refere que os atores privados não estariam vinculados aos direitos fundamentais a menos que se relacionem diretamente com funções estatais ou públicas. Em outro prisma, a doutrina dos efeitos estruturantes dos direitos fundamentais aduz que os direitos fundamentais devem ser respeitados, uma vez que o direito estatal é aplicado também no âmbito privado.⁷⁰ Gunther Teubner refere que os atores privados transnacionais regulam as vidas das pessoas em geral através de seus regimes globais e, por essa razão, não podem se esquivar da questão da validade de direitos fundamentais.⁷¹

Todavia, se verifica que os *codes*, ao serem normas de *soft law* e fontes jurídicas de Direito Internacional, descrevem condutas e princípios importantes adotados pelos Estados com mecanismos de monitoramento e instrumentos com

⁶⁷ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 101.

⁶⁸ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 102.

⁶⁹ TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016. p. 102.

⁷⁰ TEUBNER, Gunther. A matriz anônima – violação de direitos humanos por atores “privados” transnacionais. p. 274. In: CAMPOS, Ricardo. (org.). *Crítica da Ponderação – Método constitucional entre a dogmática jurídica e a teoria social*. São Paulo, Saraiva, 2016.

⁷¹ TEUBNER, Gunther. A matriz anônima – violação de direitos humanos por atores “privados” transnacionais. P. 275. In: CAMPOS, Ricardo. (org.). *Crítica da Ponderação – Método constitucional entre a dogmática jurídica e a teoria social*. São Paulo, Saraiva, 2016.

possíveis medidas para o aperfeiçoamento destas condutas e meios educativos e alternativos de sanção.⁷² Nesse sentido, é latente que os códigos de conduta deverão observar normas de direitos humanos e fundamentais, sejam elas provenientes de organismos internacionais ou dispostas nos dispositivos constitucionais dos Estados. Em regra, as normas de nível superior de um código de conduta corporativo ditam relações com o ambiente, por exemplo, com a diretriz de que os direitos fundamentais deverão ser respeitados.⁷³ A própria Organização Internacional do Trabalho estabeleceu objetivos essenciais para que as empresas insiram nos seus códigos de conduta, tais quais, o respeito ao trabalho decente com proteção à dignidade da pessoa humana, a não-discriminação, o respeito a liberdade sindical e a idade mínima para o trabalho.⁷⁴

É interessante notar que o código de conduta estabelecido pelas empresas transnacionais costuma ser a base de um programa de conformidade, o qual estabelecerá um conjunto de mecanismos, ações e estruturas com o propósito de assegurar uma certa conduta.⁷⁵ Com isso, as empresas estão, em verdade, novamente investindo em um subsistema próprio e com autorreprodução de normas e sanções, os quais assumem proporções globais pelo próprio caráter das companhias.⁷⁶

Por essa razão, os códigos de conduta corporativos possuem uma possibilidade de aproximação com as relações de trabalho e também com as nanotecnologias, uma vez que estas empresas têm a amplitude global para fazer valer as suas normas de conduta relativas ao trabalho em segmentos de base nanotecnológica.

⁷² FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015, p. 407.

⁷³ TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 115.

⁷⁴ BARZOTTO, Luciane Cardoso. Códigos de Conduta, Responsabilidade Empresarial e Direitos Humanos dos Trabalhadores. *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Brasília, vol. 69, n. 1, jan./jun. 2003, p. 99.

⁷⁵ FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015, p. 409.

⁷⁶ FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015, p. 409-410.

Com a finalidade de ampliar a observação quanto aos Códigos de Conduta, no próximo tópico se analisará o debate em torno do Constitucionalismo Global e de que forma as Companhias atuam na determinação de suas diretrizes.

2.3 Discussões em torno dos Códigos de Conduta Privados, o Constitucionalismo Global e as Empresas.

O Constitucionalismo Global é um fenômeno atual e muito presente nas discussões sociais e jurídicas. Esse novo viés do Constitucionalismo propiciou o surgimento de algumas figuras distintas no ordenamento jurídico, entre elas, o Código de Conduta Corporativo. O objetivo deste subtópico é explorar as críticas atinentes ao Constitucionalismo Global e aos Códigos de Conduta Corporativo, bem como analisar alguns modelos de Código elaborado pelas empresas.

Ulrich Beck ao avaliar o caso da Europa expõe a transição para o Constitucionalismo Global:

Ulrich Beck identifica uma transição desde uma política centrada nos Estados-nações e na segurança internacional em direção a uma política de risco pós internacional e não centrada nos Estados. Esta mudança de paradigma corresponde à passagem da primeira para a segunda modernidade. Uma das suas dimensões consiste precisamente na transição dum constitucionalismo do Estado em direção a um constitucionalismo além do Estado. Beck ilustra bem, de resto, a transição em causa no caso da Europa.

O caso da Europa expõe de resto, segundo Beck, um aspeto fundamental do constitucionalismo além do Estado.⁷⁷

José Joaquim Gomes Canotilho define três características marcantes do Constitucionalismo Global:

(1) alicerçamento do sistema jurídico-político em relações entre Estado/povo, isto é, não de relações horizontais entre Estados mas sim com as populações dos próprios estados; (2) emergência, através das declarações e documentos internacionais, de um jus cogens internacional (que “inclui um mínimo de proteção à vida, liberdade e segurança, no âmbito das liberdades pessoais, e o direito à autodeterminação como direito básico da democracia”) legitimado em valores, princípios e regras universais; (3) a dignidade humana fixada como pressuposto de todos os constitucionalismos. Assim, compreende a transformação do Direito Internacional como um “parâmetro

⁷⁷ MONIZ, Ana Raquel Gonçalves. Incerteza e Globalização – Direito e Constituição. In: GOMES, Carla; TERRINHA, Luis Heleno (Coords.). *IN MEMORIAM ULRICH BECK*, Atas do colóquio promovido pelo ICPJP e pelo CIDP em 22 de outubro de 2015. Lisboa: Instituto de Ciências Jurídico-Políticas/Centro de Investigação de Direito Público, 2016. p. 71.

de validade das próprias constituições nacionais cujas normas deveriam ser consideradas nulas se violassem as normas do jus cogens internacional.⁷⁸

Sob um viés complementar Zygmunt Bauman refere que a globalização é um fenômeno que afeta a todos, sendo um processo irreversível, trazendo como pontos positivos o acesso à informação e maior comunicação e pontos negativos a polarização criada entre aqueles denominados globalizadores (grandes empresas e países ricos) e os denominados globalizados (empresas e países menos desenvolvidos, pessoas pobres).⁷⁹

Ao comentar sobre o Direito Global Gunther Teubner explicita a sua tese:

1. O direito global só pode ser interpretado adequadamente por meio de uma teoria do pluralismo jurídico e de uma teoria das fontes do direito, correspondentemente concebida em termos pluralistas. Somente há pouco tempo a teoria do pluralismo jurídico passou por uma transformação bem-sucedida, deslocando o seu foco do direito das sociedades coloniais para as formas jurídicas de diferentes comunidades étnicas, culturais e religiosas no âmbito do Estado-nação da idade moderna. Hoje em dia ela deveria novamente ajustar o seu foco – do direito dos grupos para o direito dos discursos. Do mesmo modo, uma teoria jurídica das fontes do direito deveria concentrar a sua atenção em processos “espontâneos” de formação do direito que compõem uma nova espécie e se desenvolveram – independentemente do direito instituído pelos Estados individuais ou no plano interestatal – em diversas áreas da sociedade mundial.
2. O direito global (não: “inter-nacional”!), nesse sentido, é um ordenamento jurídico *sui generis* que não pode ser avaliado segundo os critérios de aferição de sistemas jurídicos nacionais.⁸⁰

Nesse sentido, essa nova forma de atuação representa o denominado Pluralismo Jurídico, conforme ensinamento de Antônio Carlos Wolkmer:

O principal núcleo para o qual converge o pluralismo jurídico é a negação de que o Estado seja a fonte única e exclusiva de todo o Direito. Tal concepção minimiza ou nega o monopólio de criação das normas jurídicas por parte do Estado, priorizando a produção de outras formas de regulamentação, geradas por instâncias, corpos intermediários ou organizações sociais providas de certo grau de autonomia e identidade própria.⁸¹

⁷⁸ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito Constitucional*. 7. Ed. Coimbra: Almedina, 2008. p. 1370-1371.

⁷⁹ BAUMAN, Zygmunt. *Globalização: as consequências humanas*, Rio de Janeiro: Zahar, 1999. p. 7 e 21-25.

⁸⁰ TEUBNER, Gunther. A Bukowina Global sobre a Emergência de um Pluralismo Jurídico Transnacional. *Impulso*, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 09-31, 2003. p.11.

⁸¹ WOLKMER, Antônio Carlos. *Pluralismo Jurídico: fundamentos de uma nova cultura no direito*. São Paulo: Alfa-Ômega, 2001. p. 281.

No que tange aos Códigos de Conduta Corporativo, estes são alvo de críticas em relação ao seu uso pelas empresas. Bhupinder Chimni critica a ausência de uma voz pública na criação dos Códigos de Conduta, pois não há negociação com o governo local em que as Empresas Transnacionais estão instaladas, bem como não existe discussão com os trabalhadores da companhia.⁸²

Da mesma forma, Maike Drebes critica a falta de negociação com os trabalhadores e a falta de colheita de sugestões dos empregados na elaboração dos Códigos de Conduta, o que, por vezes, faz com as pessoas nem tenham conhecimento de sua existência no âmbito interno.⁸³ Ainda, uma outra questão que se apresenta é a falta de vinculação da empresa com a comunidade local, a qual gera uma dificuldade de transparência e negociação entre as partes, uma vez que as companhias estão preocupadas com os seus assuntos particulares em detrimento ao bem comum e público.⁸⁴

Uma problemática intrínseca a atuação das empresas transnacionais seria que a matriz das companhias possui um Código Corporativo, mas, no entanto, as subsidiárias ou filiais deixam de aplicar esse instrumento seja por ato de vontade ou por pleno desconhecimento do documento.⁸⁵

Ainda que exista críticas a atuação das empresas e entidades na criação de Códigos de Conduta, essa é uma realidade atual, razão pela qual se analisa alguns exemplos de documentos institucionais.

Inicialmente, é importante analisar a formação de um Código de Conduta, visto que esse é o momento em que se analisa o contexto da empresa, do seu ramo de atuação, dos empregados e o seu papel na sociedade.

⁸² CHIMNI, B.S. Third World Approaches to international Law: Manifesto. *International Community Law Review* 8: pp. 3-27, 2006. P. 13 Disponível em: <<http://www.jnu.ac.in/SIS/MakingSISVisible/Publications/Third%20World%20Manifesto%20BSChimni.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

⁸³ DREBES Maike J. Impediments to the implementation of voluntary codes of conduct in production factories of the Global South: so much to do, so little done. *Third World Quarterly*, 2014, v. 35, n. 7, 1256–1272. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01436597.2014.926115>> Acesso em: 14 mar. 2022.

⁸⁴ DREBES Maike J. Impediments to the implementation of voluntary codes of conduct in production factories of the Global South: so much to do, so little done. *Third World Quarterly*, 2014, v. 35, n. 7, 1256–1272. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01436597.2014.926115>> Acesso em: 14 mar. 2022.

⁸⁵ DREBES Maike J. Impediments to the implementation of voluntary codes of conduct in production factories of the Global South: so much to do, so little done. *Third World Quarterly*, 2014, v. 35, n. 7, 1256–1272. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01436597.2014.926115>> Acesso em: 14 mar. 2022.

Nesse sentido, interessante analisar a Consulta efetuada pela Comissão Europeia para elaboração de um Código de Conduta para Pesquisa Responsável em Nanociências e Nanotecnologias.⁸⁶ Foram efetuados 10 questionamentos para os setores Indústria, área de Pesquisa, Indivíduos, Organizações da Sociedade Civil e Governo, como segue:

- Q1: O Código de Conduta agregará valor no cenário 'nano' da UE. Você concorda com esta afirmação?
 Q2: Você acha que o escopo proposto do Código de Conduta é suficiente?
 Q3: Você acha que o escopo proposto do Código de Conduta é suficiente? Se não, por quê?
 Q4: Você acha que o conjunto de princípios sugeridos (Precaução, Inclusão e Integridade) é suficiente para garantir um desenvolvimento seguro e sólido de N&N na Europa?
 Q5: Você acha que o conjunto de princípios sugeridos no documento de consulta é suficiente para garantir um desenvolvimento seguro e sólido das nanociências e nanotecnologias na Europa? Você sugere princípios diferentes?
 Q6: Você acredita que existem campos das nanociências e nanotecnologias onde a pesquisa não deve ser realizada?
 Q7: Comentários adicionais sobre possíveis restrições?
 Q8: Como você sugere manter o interesse depois que o Código de Conduta for adotado? Qual poderia ser o acompanhamento?
 Q9: Você/sua empresa/organização estaria disposta a seguir o Código de Conduta?
 Q10: Algum comentário sobre sua intenção de seguir ou não o Código de Conduta?⁸⁷

Como resultado se teve um retorno de que 88% dos consultados entendem que o Código traria uma mais valia na pesquisa em Nanociências e Nanotecnologias ao negócio e 86% estariam dispostos a adotar o Código.⁸⁸

Entre outros pontos da pesquisa, faz-se necessário analisar alguns itens que podem ensejar uma percepção sobre o tema das nanotecnologias e dos Códigos de Conduta.

Na o item denominado “Q2” se questionou se o escopo de um Código seria suficiente. Os resultados mostraram um certo descrédito com o escopo do Código,

⁸⁶ EC. European Commission. Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research.2007. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁸⁷ EC. European Commission. Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research.2007. p. 1-2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁸⁸ EC. European Commission. Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research.2007. p. 2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

pois a média de aprovação ficou em 50,6%, a qual pode ser considerada baixa considerando que engloba cinco ramos distintos de atuação com nanotecnologias, conforme se vislumbra no Quadro 1 apresentado logo a seguir:⁸⁹

Quadro 1: Escopo do Código de Conduta.

Escopo (Q2)	
Consultados	Percentual
Pesquisadores	53%
Indústria	54%
Sociedade Civil	10%
Governo	67%
Pessoas Físicas	69%

Fonte: EC⁹⁰.

Ainda, no questionamento “Q6” foi perguntado se devem existir restrições nas pesquisas com nanotecnologias e nanociências. O resultado mostrou que na indústria e na pesquisa existe uma reticência a se ter restrições nas investigações, enquanto na sociedade civil e governo existe uma adesão maior a se implementar algumas restrições aos pesquisadores, nos termos do Quadro 2 disposto abaixo:⁹¹

Quadro 2: Restrições na pesquisa.

Restrições (Q6)	
Consultados	Percentual
Pesquisadores	37%
Indústria	33%
Sociedade Civil	100%

⁸⁹ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2007. p. 2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹⁰ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2007. p. 2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹¹ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2007. p. 2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

Governo	67%
Pessoas Físicas	-

Fonte: EC⁹².

Por fim, quanto as sugestões para o Código as partes entendem que ele deve ser mais amplamente divulgado, ser ampliado também para a área de inovação, bem como deve conter um anexo com as restrições para as pesquisas. Ainda, julgam que o Código deve ser monitorado e atualizado regularmente e acordado em nível internacional, além de se ter um selo para aqueles que seguem integralmente as disposições do Código de Conduta.⁹³

Posteriormente a isso, foi criado o Código de Conduta propriamente dito e que passou a ser a base de conduta para os entes atuantes nas nanotecnologias na União Europeia.⁹⁴

No Código de Conduta foram estipuladas as diretrizes para as pesquisas com nanotecnologias, tendo como princípios básicos os seguintes itens:

3.1 Bem-Estar Público

As atividades de pesquisa em N&N devem ser compreensíveis para o público. Devem respeitar os direitos fundamentais e ser conduzidos no interesse do bem-estar dos indivíduos e da sociedade na sua concepção, implementação, divulgação e utilização.

3.2 Sustentabilidade

As atividades de pesquisa em N&N devem ser seguras, éticas e contribuir para o desenvolvimento sustentável servindo aos objetivos de sustentabilidade da Comunidade, bem como para os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas. Eles não devem prejudicar ou criar uma ameaça biológica, física ou moral às pessoas, animais, plantas ou ao meio ambiente, no presente ou no futuro.

3.3 Precaução

As atividades de pesquisa em N&N devem ser conduzidas de acordo com o princípio da precaução, antecipando potenciais impactos ambientais, de saúde e segurança dos resultados de N&N e tomando as devidas

⁹² EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2007. p. 2. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹³ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2007. p. 5-6. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹⁴ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2009. Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

precauções, proporcionais ao nível de proteção, incentivando o progresso em benefício da sociedade e do meio ambiente.

3.4 Inclusão

A governança das atividades de pesquisa em N&N deve ser guiada pelos princípios de abertura a todas as partes interessadas, transparência e respeito ao direito legítimo de acesso à informação. Deve permitir a participação nos processos de tomada de decisão de todas as partes interessadas envolvidas ou interessadas nas atividades de pesquisa sobre N&N.

3.5 Excelência

As atividades de pesquisa em N&N devem atender aos melhores padrões científicos, incluindo padrões que sustentam a integridade da pesquisa e padrões relacionados às Boas Práticas de Laboratório.

3.6 Inovação

A governança das atividades de pesquisa em N&N deve estimular o máximo de criatividade, flexibilidade e capacidade de planejamento para inovação e crescimento.

3.7 Responsabilidade

Pesquisadores e organizações de pesquisa devem permanecer responsáveis pelos impactos sociais, ambientais e na saúde humana que suas pesquisas sobre N&N podem impor às gerações presentes e futuras. (tradução nossa).⁹⁵

Em relação aos princípios chama atenção, as diretrizes de atuação do princípio da precaução com a finalidade de antecipar potenciais impactos de saúde e segurança do trabalho, conforme será explanado e aprofundado no próximo capítulo.⁹⁶

Também importante notar a presença da transparência como norte, uma vez que a informação dos trabalhos nanotecnológicos exige discussão entre as partes, difusão de informações e análise prévia para a tomada de decisão.⁹⁷

Um outro ponto de observação interessante é a delimitação das principais prioridades, tais quais, a necessidade de desenvolvimento de métodos e ferramentas para avaliação de risco, pesquisa com impacto positivo com a finalidade de proteger os trabalhadores atuantes e incentivos a pesquisa.⁹⁸ Ainda, o Código de Conduta

⁹⁵ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2009. p. 14 Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹⁶ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2009. p. 14 Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹⁷ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2009. p. 14 Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

⁹⁸ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*.2009. p. 16 Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

estipula obrigações para as partes interessadas nas nanotecnologias na União Europeia:

Pesquisadores

- Pesquisa de interesse público;
- Consideração dos princípios éticos fundamentais e dos direitos fundamentais;
- Pesquisa de risco como elemento de todas as aplicações de fundos;
- Responsabilidade pelas consequências da pesquisa;

Órgãos de financiamento de pesquisa

- Prioridades de pesquisa em relação à pesquisa socialmente útil, avaliação de risco, metrologia e padronização;
- Uniformidade de padronização e metrologia;
- Responsabilidade à luz das prioridades de pesquisa;
- Publicação da avaliação custo-benefício dos projetos financiados;

Estados Membros

- Colaboração entre os Estados-Membros e a Comissão;
- Sistemas de monitoramento e controle;
- Divulgação;
- Incentivo à pesquisa de acordo com o código;
- Relatório anual de aplicação e medidas no âmbito do código;

Comissão da UE

- Conformidade com o código ao conceder financiamento de pesquisa;
- Colaboração com os Estados-Membros;
- Revisão do código a cada dois anos;
- Divulgação.⁹⁹

O Código de Conduta define que os Estados-Membros devem aplicar o princípio da precaução com o objetivo de proteger os pesquisadores que serão os trabalhadores que estão à frente dos projetos, mas também propiciar a realização de ações adicionais em pesquisa e desenvolvimento, tais como, a compreensão dos riscos potenciais, compreensão dos processos biológicos fundamentais envolvidos na toxicologia e ecotoxicologia de nanomateriais e atividades de pesquisa específicas para uma melhor compreensão dos impactos éticos, legais e sociais das nanotecnologias.¹⁰⁰

Também relevante a análise de alguns Códigos de Conduta de laboratórios e empresas com atuação nas nanotecnologias a fim de se ter um panorama de como esses regulam internamente essas questões.

⁹⁹ NANOTRUST. Austrian Academy of Sciences. The EU code of conduct for nanosciences and nanotechnologies research. Fev. 2013. Disponível em: <<https://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=28850.php>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

¹⁰⁰ EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*. 2009. p. 17. Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

A empresa BASF possui um documento institucional específico para as nanotecnologias. Nesse documento estipula como cerne da empresa:

- A proteção da vida humana e do ambiente é um princípio fundamental para a nossa empresa.
- Identificamos fontes de risco para os nossos funcionários nos nossos laboratórios, instalações de produção, instalações de preenchimento e armazéns e os eliminamos, tomando as medidas adequadas. Se os perigos para a saúde e o ambiente surgirem como resultado das nossas operações, tomamos medidas imediatas.¹⁰¹

Também é importante salientar que a empresa cita de modo claro que possui um programa de gestão de riscos específicos para as nanotecnologias e que se propõe a estar em constante evolução e avaliação:

- A BASF tem décadas de experiência na gestão dos riscos das novas tecnologias: avaliamos cuidadosa e completamente os riscos potenciais e tomamos as medidas adequadas para proteger o homem e o ambiente.
- Estamos ativamente empenhados no desenvolvimento contínuo de uma base de dados científicos cuidadosamente pesquisada para a avaliação de riscos potenciais, e na melhoria e aperfeiçoamento de testes e métodos de avaliação baseados em produtos. Além disso, debatemos ativamente as oportunidades e os riscos da nanotecnologia com parceiros de todas as áreas da sociedade.
- Sempre que a legislação e orientações existentes ainda não tenham tido em conta a evolução da nanotecnologia, a BASF contribui de forma construtiva para a elaboração de legislação. O nosso objetivo é estabelecer padrões de risco adequados e seguros e apoiar a legislação relevante.¹⁰²

Além disso, também fica claro pelo Código de Conduta o padrão de transparência que se espera dentro da companhia, inclusive com debate público.

- Estamos comprometidos com a transparência e com um debate público objetivo e construtivo.
- Divulgamos imediatamente as novas descobertas às autoridades e ao público.¹⁰³

Por último, é de se salientar que o Código de Conduta foi produzido pela matriz na Alemanha, mas tem como propósito a replicação deste em todas as filiais.

¹⁰¹ BASF. *Código de conduta*. Disponível em: < <https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/we-produce-safely-and-efficiently/resources-and-ecosystems/nanotechnology/safety/code-of-conduct.html>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

¹⁰² BASF. *Código de conduta*. Disponível em: < <https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/we-produce-safely-and-efficiently/resources-and-ecosystems/nanotechnology/safety/code-of-conduct.html>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

¹⁰³ BASF. *Código de conduta*. Disponível em: < <https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/we-produce-safely-and-efficiently/resources-and-ecosystems/nanotechnology/safety/code-of-conduct.html>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

Já o Código de Conduta do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM, em que está localizado o Laboratório Nacional de Nanotecnologia, possui informações mais genéricas sobre a atuação na pesquisa, mas ainda assim com respeito a transparência, boa conduta e respeito as boas práticas para a proteção e segurança das pessoas:

(i) manter uma postura de honestidade, integridade, respeito, lealdade, eficiência, transparência e imparcialidade, que deverá orientar suas relações com os Públicos de Interesse do CNPEM;

[...]

(iv) observar as regras de boa conduta na realização de atividades de pesquisa próprias ou desenvolvidas em parceria com outras instituições/empresas;

[...]

(iv) observar as normas e as melhores práticas voltadas à proteção e segurança de pessoas, instalações, equipamentos e materiais dos laboratórios e demais dependências do CNPEM;

A empresa 3M dispõe no seu Código de Conduta disposições específicas de Segurança e saúde no Trabalho:

- A 3M fornece locais de trabalho seguros e saudáveis, e se esforça para minimizar o impacto de nossas operações sobre o meio ambiente.

- Os funcionários da 3M devem conhecer e seguir todas as leis de meio ambiente, saúde e segurança (EHS), bem como todas as políticas e normas de EHS da 3M.

- A administração da 3M é responsável por cuidar de preocupações informadas e garantir que os funcionários da 3M sejam adequadamente treinados nas leis e regulamentações de EHS aplicáveis e nas políticas e normas de EHS da 3M.

- Os funcionários da 3M devem informar qualquer preocupação relacionada a EHS e responder a elas de forma diligente.

- A 3M se esforça para melhorar a vida de todos. A 3M luta para reduzir o impacto ambiental de nossas operações, conservar os recursos naturais e realizar todas as atividades comerciais, de forma a proteger a saúde e a segurança de nossos funcionários, visitantes e comunidades.¹⁰⁴

Para finalizar esse tópico resta primordial avaliar se os Códigos de Conduta Corporativos podem ser classificados como fonte de direito no ordenamento jurídico brasileiro. A respeito das Fontes de Direito atinentes ao Direito do Trabalho, Mario de la Cueva expõe que:

Toda norma jurídica consta de dos elementos, material y formal, siendo aquél el imperativo mismo que la norma contiene, la regla de conducta, mandato o

¹⁰⁴ 3M. *Código de Conduta*. Disponível em: <<https://multimedia.3m.com/mws/media/1256572O/3mbrazil-conductcode.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

prohibición, y el segundo, la forma que reviste el imperativo para imponerse a los hombres y hacerse socialmente obligatorio.¹⁰⁵

Assim, nessa perspectiva se tem as fontes materiais e formais. A primeira diz respeito aos “fenômenos sociais que contribuem para a formação da matéria do Direito”.¹⁰⁶ Ademais, as fontes formais seriam:

"Fonte formal": maneira pela qual o Direito se revela socialmente; os processos de manifestação do Direito, através dos quais um ordenamento jurídico adquire existência, atuando de maneira válida e eficaz dentro de um determinado contexto social. É preciso lembrar que um ordenamento jurídico não se limita a regular o comportamento dos indivíduos em sociedade, mas vai mais além, tratando, também, de fixar o próprio modo pelo qual se devem produzir e modificar as normas.¹⁰⁷

Arion Sayão Romita vislumbra que é necessária a divisão em fontes quando diferencia aquelas consideradas como heterônomas e autônomas, sendo que as primeiras sofrem a interferência de um agente externo estranho à vontade daqueles partícipes.¹⁰⁸ Por outro lado, entende quando as fontes autônomas “são elaboradas pelos próprios interessados, que promovem a autodisciplina da atividade econômica e profissional.”¹⁰⁹

Considerando essa divisão os Códigos de Conduta se classificam como uma fonte formal autônoma, uma vez que é elaborado pelos particulares, isto é, as próprias empresas, entidades patronais e civis e, muitas vezes, com a participação dos trabalhadores e associações sindicais.

Dentro desta perspectiva, os Códigos de Conduta se encaixariam na ideia de uma fonte formal autônoma no item Regulamento empresarial. Amauri Mascaro Nascimento conceitua o regulamento de empresa:

O regulamento de empresa é uma forma de direito caracterizada pelo âmbito de validade, que é ordenamento concreto da empresa”. Consiste num conjunto sistemático de normas sobre condições gerais de trabalho, prevendo diversas

¹⁰⁵ DE LA CUEVA, Mario. *Derecho Mexicano del Trabajo*. 4. ed. Mexico: Editorial Porrúa, 1959.p. 350.

¹⁰⁶ SILVA, Otavio Pinto e. Fontes do direito do trabalho. *Revista Da Faculdade De Direito, Universidade De São Paulo*, 96, 2001, pp. 203-214. P. 203. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67500>>. Acesso em 17 mar. 2022.

¹⁰⁷ SILVA, Otavio Pinto e. Fontes do direito do trabalho. *Revista Da Faculdade De Direito, Universidade De São Paulo*, 96, 2001, pp. 203-214. p. 204. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67500>>. Acesso em 17 mar. 2022.

¹⁰⁸ ROMITA, Arion Sayão. A norma jurídica no Direito do Trabalho. In: FERRAZ, Sérgio (Coord.). *A Norma Jurídica*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1980. p. 79-80.

¹⁰⁹ ROMITA, Arion Sayão. A norma jurídica no Direito do Trabalho. In: FERRAZ, Sérgio (Coord.). *A Norma Jurídica*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1980. p. 79-80.

situações a que os interessados se submeterão na solução dos casos futuros.¹¹⁰

Frisa-se que o regulamento empresarial pode ter a sua formação de modo unilateral, quando este é criado diretamente pela empresa e sua aplicabilidade imposta aos empregados ou bilateral na hipótese de os trabalhadores participarem de sua discussão, debatendo as condições com a empregadora.¹¹¹

A respeito da discussão de o regulamento empresarial ser ou não uma fonte Otavio Pinto e Silva se posiciona:

O regulamento de empresa é tido como uma fonte do Direito do Trabalho na medida em que, ao buscar organizar a atividade produtiva, estabelece algumas condições que terão de ser observadas nos contratos individuais dos trabalhadores que prestam os seus serviços no âmbito empresarial.

[...]

Mas não há dúvida que o regulamento de empresa pode ser um instrumento importante para a criação de normas jurídicas trabalhistas, se considerada a sua elaboração como uma forma de participação dos trabalhadores na gestão da empresa.¹¹²

Também é importante destacar que os regulamentos empresariais (assim como os Códigos de Conduta) passam a integrar os contratos de trabalho dos empregados, vinculando as partes quanto ao seu conteúdo:

Os usos empresariais inserem-se automaticamente no conteúdo do contrato, tornando-se parte integrante dele e tornando-se com natureza de preceito negocial como as cláusulas pactuadas expressamente, independentemente de qualquer tácita referência e do mesmo conhecimento por parte dos signatários. A prática empresarial leva repetidas e idênticas modificações ao conteúdo do contrato de trabalho, no sentido de que introduz nele, como cláusulas de uso, novos preceitos que se tornaram típicos do contexto em que as partes contratuais operam.¹¹³

Portanto, considerando que a figura dos Códigos de Conduta como “um documento empresarial que traduz uma política da empresa referente a condições de

¹¹⁰ NASCIMENTO, Amauri Mascaro. *Direito contemporâneo do trabalho*. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 314.

¹¹¹ SILVA, Otavio Pinto e. Fontes do direito do trabalho. *Revista Da Faculdade De Direito, Universidade De São Paulo*, 96, 2001, pp. 203-214. p. 210. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67500>>. Acesso em 17 mar. 2022.

¹¹² SILVA, Otavio Pinto e. Fontes do direito do trabalho. *Revista Da Faculdade De Direito, Universidade De São Paulo*, 96, 2001, pp. 203-214. p. 211. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67500>>. Acesso em 17 mar. 2022.

¹¹³ PERONE, Giancarlo. *Sindicatos na União Europeia e no Brasil, estímulos para uma reflexão comparativa*. São Paulo: LTr, 2015. p. 253.

trabalho”.¹¹⁴ Estes são perfeitamente enquadrados como um regulamento empresarial, uma vez que será criado pela companhia com ou sem a participação dos trabalhadores, versando sobre questões atinentes ao trabalho prestado e que deverá ser seguido por todos os empregados, gestores e terceiros.

Assim, resta clareado que os Códigos de Conduta Corporativo são considerados como fontes de Direito do Trabalho e se enquadrando no rol do Regulamento empresarial, sendo considerado uma fonte formal autônoma.

Para tanto, em continuidade, no próximo capítulo se estudará as nuances dos riscos das nanotecnologias e dos princípios da precaução e prevenção, tendo como matriz teórica a Teoria de Risco de Niklas Luhmann.

¹¹⁴ BARZOTTO, Luciane Cardoso. Códigos de Conduta, Responsabilidade Empresarial e Direitos Humanos dos Trabalhadores. *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Brasília, vol. 69, n. 1, jan./jun. 2003. p.89.

3 RISCO CONHECIDO E RISCO DESCONHECIDO: NOVO MUNDO NANOTECH.

Neste capítulo se pretende aprofundar o estudo sobre os riscos conhecido e desconhecido no mundo nanotech. Para isso, no primeiro item se analisará as nanotecnologias de modo geral e amplo e como são tratados os riscos provenientes da exposição aos nanomateriais.

Em um segundo momento se vislumbrará a teoria do Risco de e Perigo de Niklas Luhmann e como ela colabora para um melhor entendimento quanto as novas tecnologias do mundo do trabalho.

Por último, se estudará como os princípios da precaução e prevenção auxiliam na visão de risco proveniente das nanotecnologias.

3.1 As Nanotecnologias: Os Riscos conhecido e desconhecido emergentes dos nanomateriais.

A sociedade em geral está passando por diversas mudanças e passa por uma revolução tecnológica que transforma toda a humanidade na forma como se vive, se trabalha e se relaciona.¹¹⁵

Klaus Schwab considera este momento como uma revolução tecnológica em que a inteligência artificial, robótica, internet da coisas, biotecnologia, computação quântica, nanotecnologia, entre outras inovações provocarão mudanças nos modelos de negócios, de produção, de trabalho e, conseqüentemente, no comportamento das pessoas e na forma como lidar com as novas tecnologias.¹¹⁶ O estudo da nanotecnologia é que nos interessa, pois esta compreende uma destas tecnologias emergentes que produz uma incerteza quanto aos desdobramentos na sociedade global.¹¹⁷

A origem histórica da nanotecnologia se dá a partir da palestra proferida pelo físico americano “Richard Feynman, em 1959, intitulada ‘*There’s plenty of room at the bottom*’ onde propunha que na escala nanométrica haveria muitas coisas a serem

¹¹⁵ SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. p. 11.

¹¹⁶ SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. p. 11-12.

¹¹⁷ SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. p. 12.

descobertas e muitas propriedades novas”.¹¹⁸ Esse foi o primeiro momento histórico em que se tratou de questões de nanotecnologia e que abriu os caminhos para o estudo destas questões.

Quanto ao termo nano tem-se a sua caracterização:

Nano é o nome que vem do grego e, significa *anão*, um termo fundido com a palavra tecnologia que surgiu em 1974, o famoso termo nanotecnologia. É uma ciência transdisciplinar, e de difícil explicação pelo fato desta fazer parte das ciências da complexidade, ou seja, é uma ciência não pura como a física, a química e a matemática, mas, sim, uma ciência heterogênea, e em seu bojo há a combinação de muitas disciplinas. Portanto, poderá haver em único produto feito com esta ciência, traços de engenharia usando química, física, biologia, matemática, computação e outras novas ciências.¹¹⁹

O primeiro a utilizar e denominar a nomenclatura nanotecnologia foi o cientista japonês Norio Taniguchi, em 1974, ocasião em que descreveu o processo inovador de separar, consolidar e deformar materiais átomo por átomo ou molécula por molécula.¹²⁰

No ano de 1986, Eric Drexler populariza o conceito de nanotecnologia, através de seu livro “*Engines of Creation*”, em que propõe uma nanotecnologia considerada como uma nanotecnologia molecular com a construção de átomo a átomo.¹²¹

Para um melhor entendimento da evolução histórica das nanotecnologias, Oswaldo Alves contextualiza os momentos marcantes, conforme se verifica na Tabela 1 quanto a cronologia da nanotecnologia:

Tabela 1 – Cronologia da nanotecnologia.

¹¹⁸ JACOBI, Marly Maldaner. O Admirável Mundo Nano: Nanociência e Nanotecnologia. *Revista SLT Caucho*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.sltauco.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

¹¹⁹ LIMA, Edilson Gomes de. *Nanotecnologia: biotecnologia e novas ciências*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. p. 20.

¹²⁰ JACOBI, Marly Maldaner. O Admirável Mundo Nano: Nanociência e Nanotecnologia. *Revista SLT Caucho*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.sltauco.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

¹²¹ MARANHÃO, Romero de Albuquerque. História da Nanotecnologia. *Scientiarum Historia* - 1º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia – UFRJ / HCTE, 2008. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/%20downloads/sh/sh1/Artigos/68.pdf>>. Acesso em 05 mar. 2022.

1959	Conferência de Richard Feynman, na Reunião da Sociedade Americana de Física.
1966	Viagem Fantástica (<i>Fantastic Voyage</i>), filme baseado no livro de Isaac Asimov.
1974	Norio Taniguchi cunha o termo nanotecnologia.
1981	Trabalho de Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio eletrônico de tunelamento (<i>scanning tunneling microscope</i>).
1985	Descoberta dos fulerenos, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley.
1986	Publicação do livro de Eric Drexler, " <i>Engines of Creation</i> ".
1989	Donald Eigler escreve o nome IBM com átomos de xenônio individuais.
1989	Descoberta dos nanotubos de carbono, por Sumio Iijima, no Japão.
2000	Administração Clinton lança no California Institute of Technology, a <i>National Nanotechnology Initiative</i> .
2001	Cees Dekker, biofísico holandês, demonstrou que os nanotubos poderiam ser usados como transistores ou outros dispositivos eletrônicos.
2001	Equipe da IBM (EUA) constrói rede de transistores usando nanotubos, mostrando mais tarde o primeiro circuito lógico à base de nanotubos.
2002	Chad Mirkin, químico da Northwestern University (EUA), desenvolve plataforma, baseada em nanopartículas, para detecção de doenças contagiosas.

Fonte: ALVES¹²².

A partir dos anos 2000 se constatou um alto investimento nas nanotecnologias, notadamente, nos Estados Unidos da América, na gestão do Presidente Bill Clinton com os investimentos na *National Nanotechnology Initiative*¹²³. Com esse marco as iniciativas nacionais e internacionais ligadas aos estudos da nanotecnologia só aumentaram ano a ano. Feitas tais considerações iniciais quanto a evolução histórica se mostra relevante conceituar a nanotecnologia.

A nanotecnologia é um complexo de técnicas, práticas e estudos que analisam e exploram as propriedades de diversos materiais, em níveis extremamente reduzidos, isto é, em manipulações atômicas e moleculares¹²⁴. O conceito mais aceito de nanotecnologia é "a compreensão e controle da matéria na escala nanométrica,

¹²² ALVES, Oswaldo. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo, *Parcerias Estratégicas*, n. 18 - Agosto/2004, p. 25.

¹²³ ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Cartilha sobre nanotecnologia*. Brasília, DF, 2010a. p.20. Disponível em:< <http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

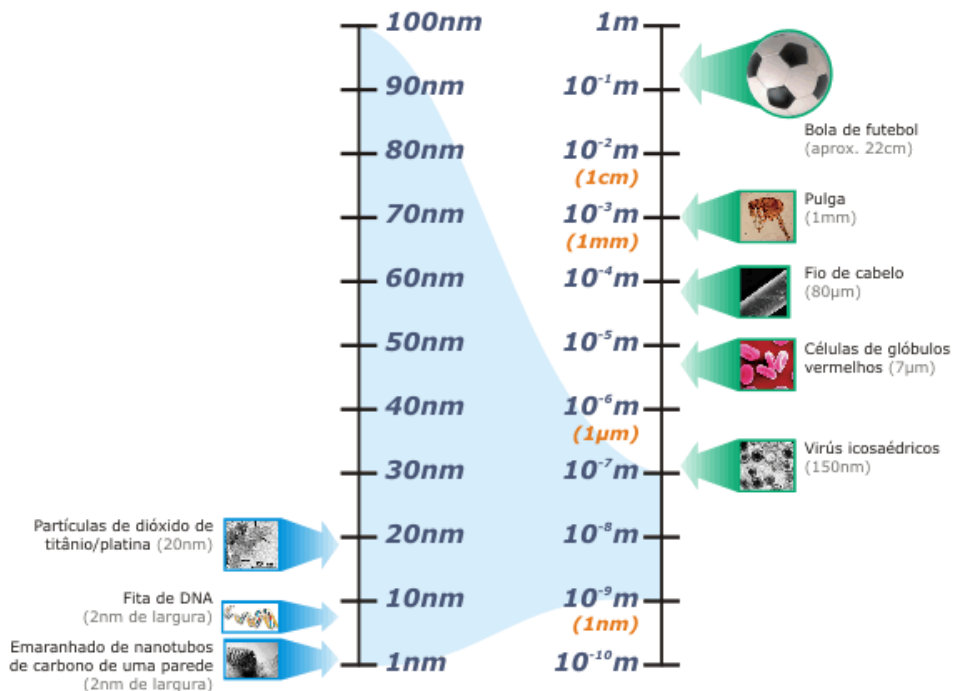
¹²⁴ PYRRHO, Monique; SCHRAMM, Fermin Roland. A moralidade na nanotecnologia. In: *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, nov, 2012. p. 2031.

em dimensões entre cerca de 1 e 100 nanômetros (nm), onde fenômenos únicos permitem novas aplicações”.¹²⁵ No Brasil, a definição de nanotecnologia mais aceita pela doutrina é a disposta no documento ISO TC 229:

- Entendimento e controle da matéria e processos em nanoescala, tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100 nanômetros em uma ou mais dimensões, onde o aparecimento de fenômenos dependentes de tamanho permite novas aplicações;
- Utilização das propriedades dos materiais em nanoescala que são diferentes das propriedades dos átomos individuais, moléculas, ou dos materiais macroscópicos, criando materiais, dispositivos e sistemas melhores que exploram essas novas propriedades¹²⁶.

Para se analisar o estudo na área da nanotecnologia, a escala de tamanho em que se trabalha é extremamente reduzida a ponto de incrementar e gerar um avanço nas pesquisas em um nível ainda não visualizado anteriormente. Com a finalidade de comparar a escala de tamanho nano com outros itens se apresenta a Figura 2:

Figura 2: Escala de tamanho.



¹²⁵ NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. Disponível em: <<http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

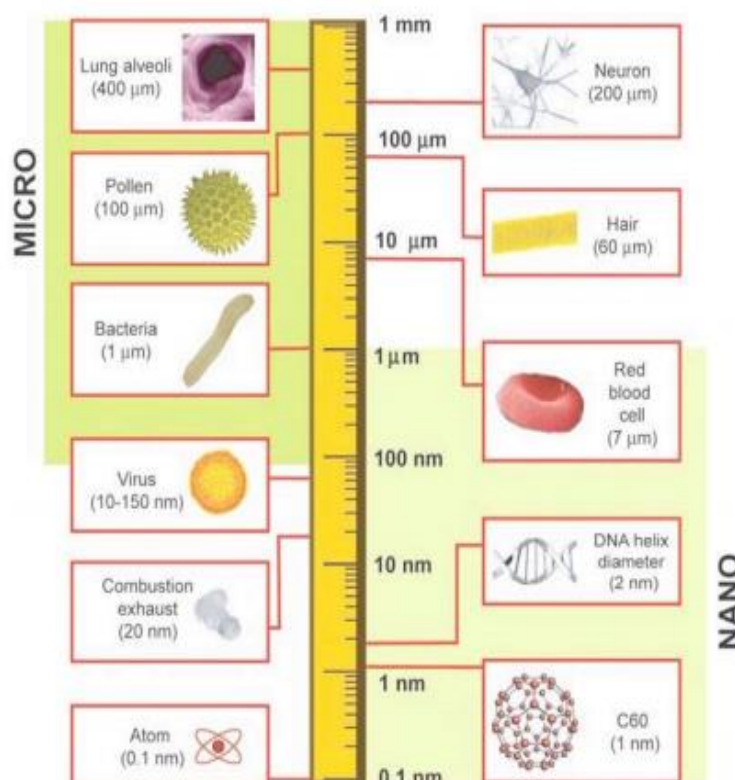
¹²⁶ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.TC 229 – Nanotechnologies. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=381983>. Acesso em: 15 mar. 2022.

Fonte: Nanotech¹²⁷

Na figura 2 se constata o ponto de interesse no ramo nanotecnológico em que a escala de comprimento as nanotecnologias é de 100nm para baixo, conforme partículas de platina e dióxido de titânio com 20nm e feixe de nanotubos de carbono com 1.4nm de largura.

Para se ter uma noção de como a escala de tamanho faz diferença para os trabalhos com tais partículas é interessante visualizar que as micropartículas são passíveis de comparação com as células e estruturas fisiológicas maiores, enquanto as nanopartículas se comparam com o DNA, vírus e proteínas, conforme é demonstrada na Figura 3 logo abaixo.¹²⁸

Figura 3: Escala de Tamanho logarítmica comparando os tamanhos “nano” e “micro”.



Fonte: BUZEA et. al.¹²⁹.

¹²⁷ NANOTECH. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹²⁸ BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 23. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹²⁹ BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 24 Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

Uma questão que se mostra interessante é como se produz efetivamente um material nano:

No *top-down* impõe-se uma estrutura no sistema por meio da definição de padrões e sua criação utilizando partes maiores. Nesse caso há necessidade do uso de maquinaria capaz de reproduzir os padrões, como é o caso da confecção de chips, que, via de regra, utiliza a técnica de litografia e derivados (processo de gravação com luz).

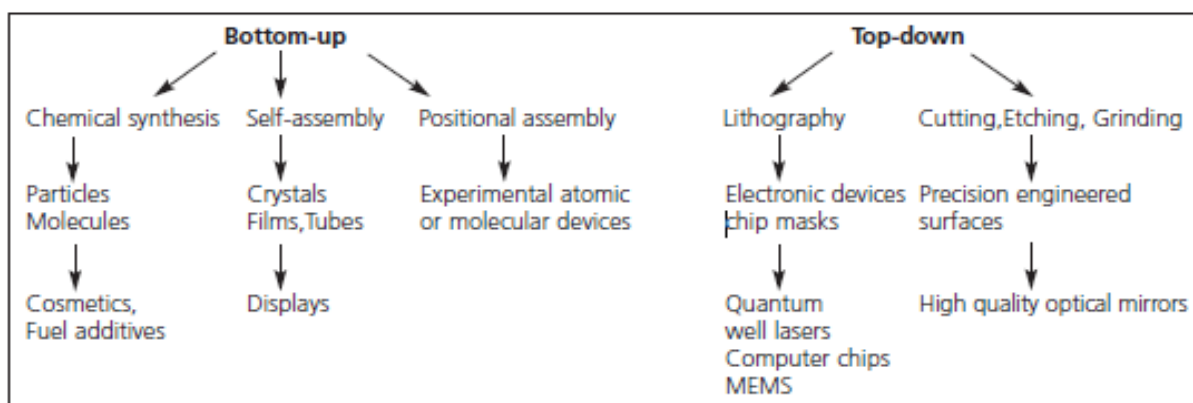
No *top-down* parte-se do entendimento e controle do comportamento quântico intramolecular, de moléculas especificamente desenhadas e sintetizadas. Usam-se superfícies para localizá-las e estabilizá-las. Os sistemas são interconectados, partindo-se de partes atômicas e/ou moleculares. Neste processo aproveita-se da auto-organização.

[...]

De maneira geral, os processos *top-down* são realizados em sistemas secos, enquanto que os *botton-up* são realizados em meio aquoso ou solvente orgânico. Os físicos e engenheiros preferem os processos *top-down*, ao passo que químicos e biólogos utilizam mais os processos *botton-up*.¹³⁰

Na sistemática de processo Botton-up tem-se a construção de estruturas molécula a molécula podendo ocorrer a partir de três técnicas principais, tais como, síntese química, auto-organização das partículas geradas e manipulação e colocação das partículas nas posições desejadas. A Figura 4 representa justamente esses processos de fabricação de nanopartículas, conforme se vê abaixo:¹³¹

Figura 4: Representação do processo de fabricação.



Fonte: ROYAL SOCIETY¹³²

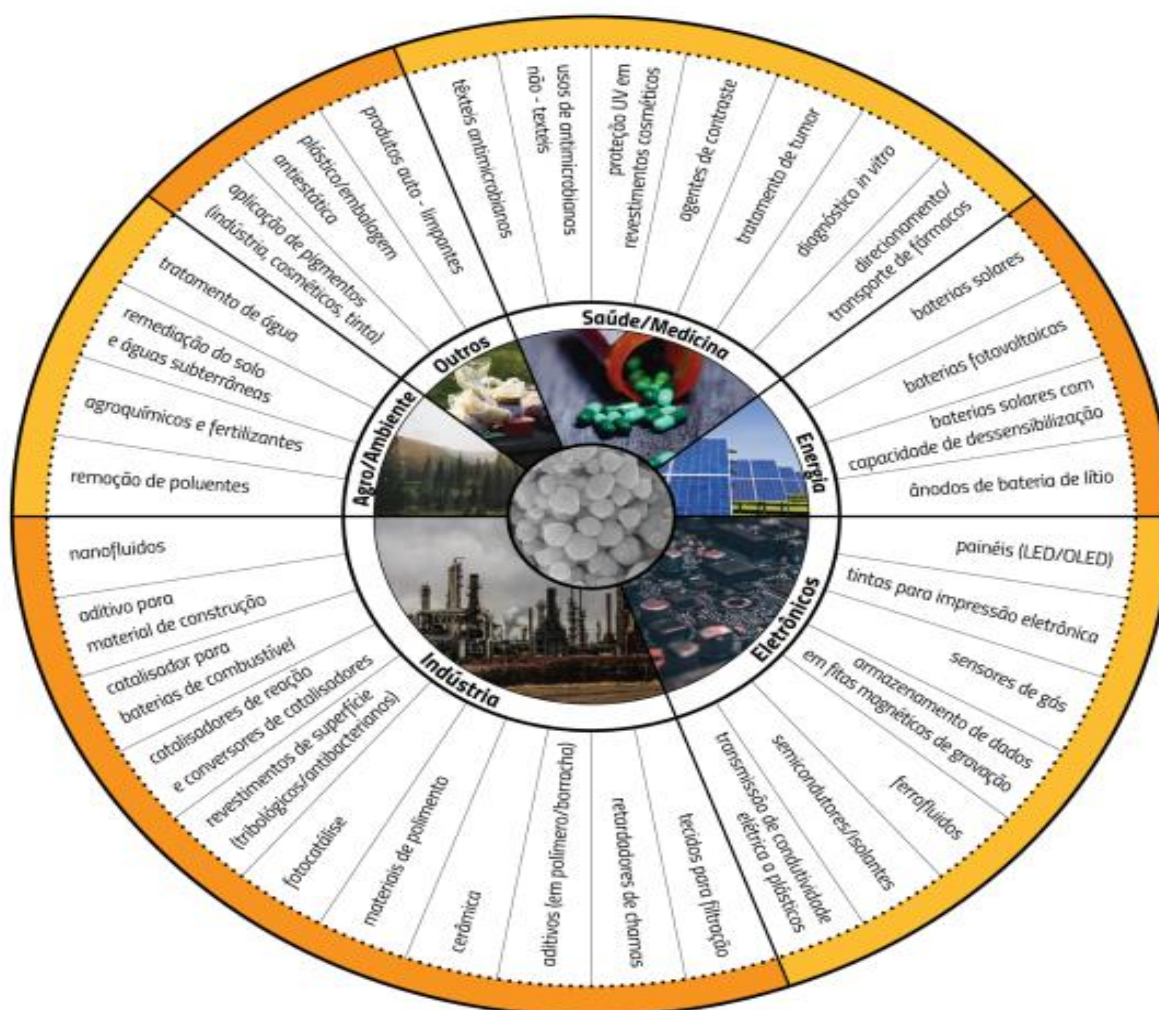
¹³⁰ ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Cartilha sobre nanotecnologia*. Brasília, DF, 2010a. p. 23. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

¹³¹ JACOBI, Marly Maldaner. O Admirável Mundo Nano: Nanociência e Nanotecnologia. *Revista SLT Caucho*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.sltcaucho.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

¹³² ROYAL SOCIETY. *The Royal Society Academy of Engineering*. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. Disponível em: <

Atualmente, se constata uma série de nanomateriais sendo aplicados nas mais diversas áreas de atuação, fato este que mostra o crescimento exponencial das nanotecnologias na sociedade tais como saúde, medicina, energia, eletrônicos, indústria, agro/ambiente, entre outros, como comprovado pela Figura 5 que demonstra a extensa lista de nanomateriais utilizados nos setores:

Figura 5: Aplicações dos nanomateriais em diferentes setores da economia.



Fonte: CNPEM¹³³

Nesse sentido, os números atuais são significativos para demonstrar o avanço das nanotecnologias nos setores de Eletrônicos com 1.915 produtos, 118 empresas e

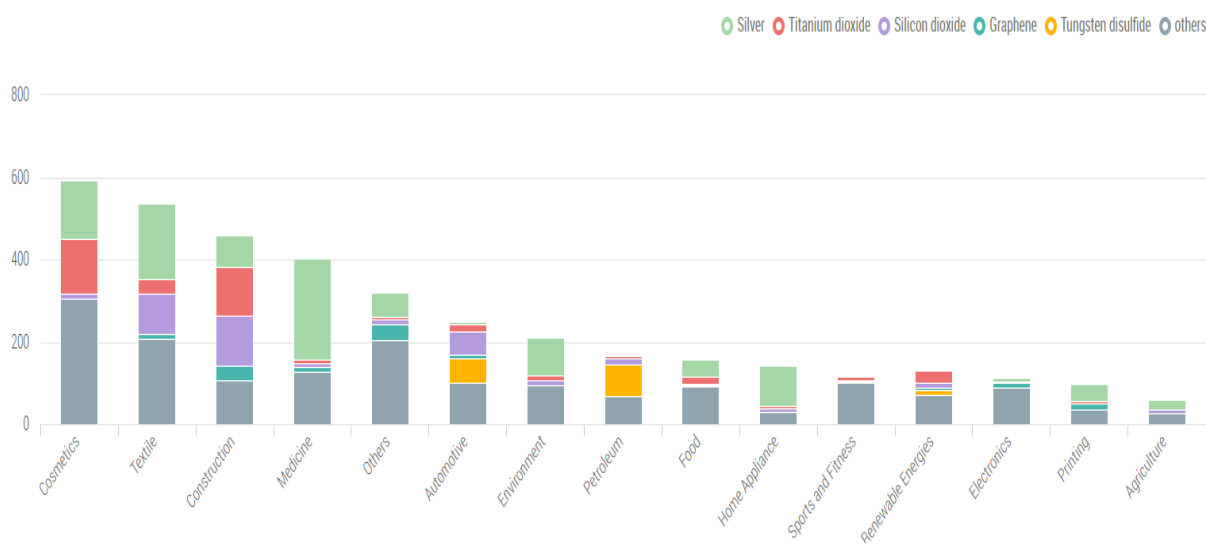
https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf> Acesso em: 06 mar. 2022.

¹³³ MARTINEZ, D. S. T. et al. Benefícios e riscos das nanotecnologias. Separata de: CNPEM CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS (Campinas) (ed.). Benefícios e riscos da nanotecnologia. Campinas: LNNano, 2019. p. 12.

21 países; Medicina com 1.155 produtos, 445 empresas e 45 países; Construção com 969 produtos, 464 empresas e 45 países; Cosméticos, em que se tem 910 produtos, 281 empresas e atuação em 31 países.¹³⁴

O Gráfico 1 demonstra que os nanomateriais mais usados em produtos nos setores industriais são Prata; Dióxido de titânio; Dióxido de silício; Grafeno; Dissulfeto de tungstênio, conforme abaixo:

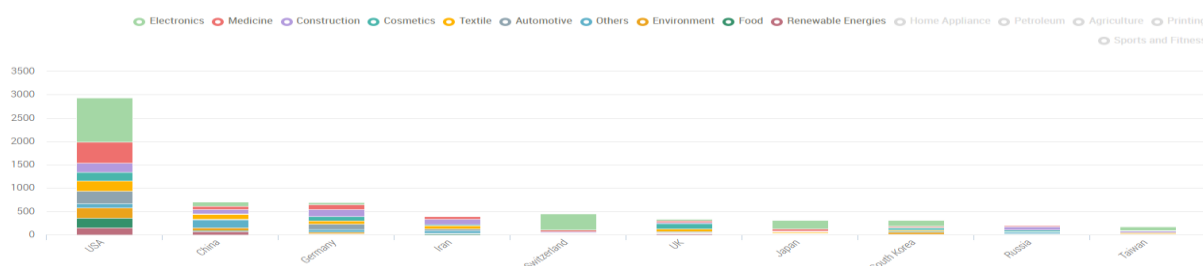
Gráfico 1: Nanomateriais Usados em Produtos por Divisões Industriais.



Fonte: STATNANO¹³⁵

Já no Gráfico 2 se visualiza a relação dos países que mais atuam com nanotecnologias, sendo os Estados Unidos da América, China, Alemanha, Irã e Suécia são os que mais aparecem, como segue:

Gráfico 2: Produtos em Divisões Industriais por País.



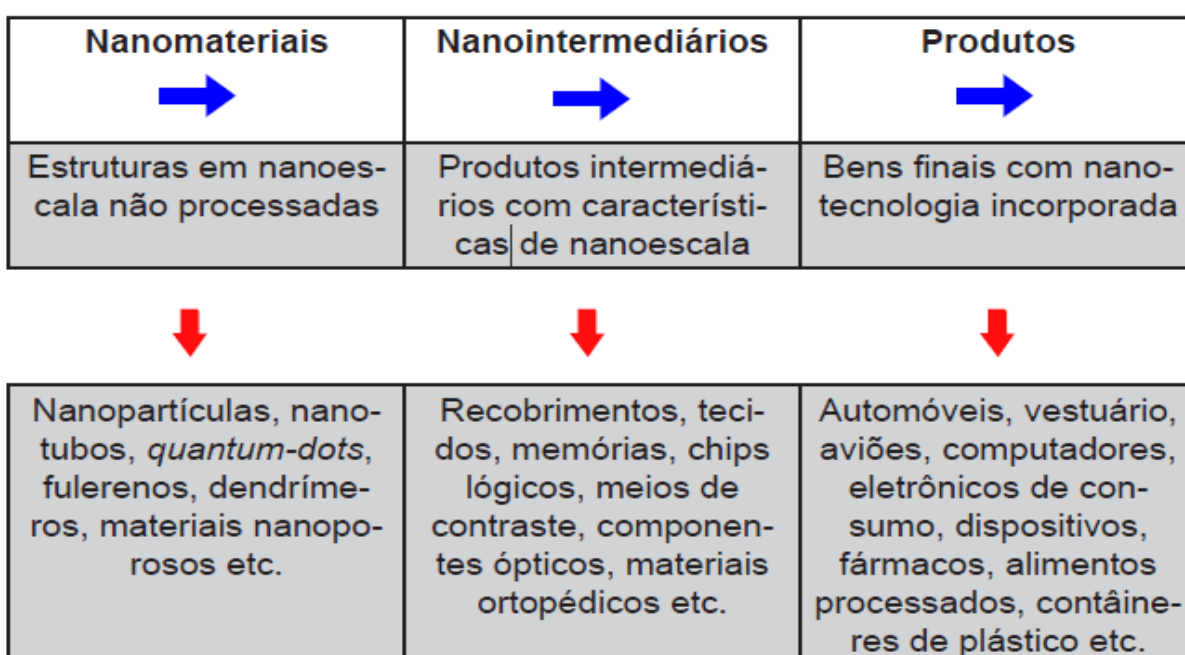
¹³⁴ STATNANO. *Nanotechnology Products Database (NPD)*. 2022. Disponível em: <<http://product.statnano.com/>>. Acesso em: 5 mar. 2022

¹³⁵ STATNANO. *Nanotechnology Products Database (NPD)*. 2022. Disponível em: <<http://product.statnano.com/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

Fonte: STATNANO¹³⁶

Hoje, a cadeia de empresas atuantes nas nanotecnologias é extensa, tendo, inclusive, subdivisões com companhias atuando no desenvolvimento dos nanomateriais, outras com produtos intermediários e com o produto final. A Figura 6 complementa visão dos diferentes pontos da cadeia nas empresas com nanotecnologias, conforme figura ilustrativa:

Figura 6: Empresas em diferentes pontos da cadeia.



Fonte: LQES¹³⁷

No entanto, ao se ingressar no mundo nanotecnológico se trabalha com consequências imprevisíveis e que apontam questões inomináveis ainda neste estágio¹³⁸. No meio ambiente é possível se encontrar as denominadas nanopartículas, como por exemplo em partículas de poeira e cinzas, assim como existem nanopartículas sintetizadas pela ação humana, as quais são denominadas de nanomateriais ou materiais nanoengenheirados.¹³⁹ Estes materiais

¹³⁶ STATNANO. *Nanotechnology Products Database (NPD)*. 2022. Disponível em: <<http://product.statnano.com/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

¹³⁷ LQES. *Laboratório de Química do Estado Sólido do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas*.

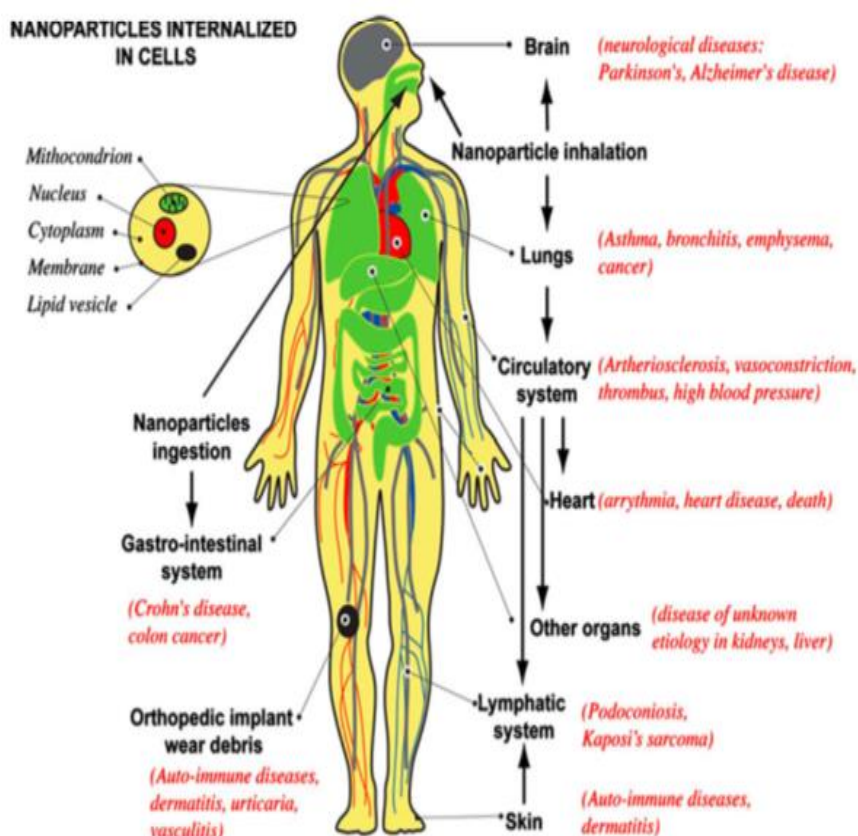
¹³⁸ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. *Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental*. Paraná: Honoris Causa, 2010. p. 9.

¹³⁹ PYRRHO, Monique; SCHRAMM, Fermin Roland. A moralidade na nanotecnologia. In: *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, nov, 2012. p. 2024.

nanoengenheirados são materiais que tiveram alterações em seus blocos microscópicos ou macroscópicos e que foram resultados de alterações em sua estrutura, composição, morfologia.¹⁴⁰

Todavia, é de se ressaltar que as nanopartículas não são necessariamente prejudiciais à saúde humana. Pode se ressaltar, por exemplo, o caso do amianto que em seu estado primário é perfeitamente seguro, mas que representa um risco evidente para a saúde quando extraído ou trabalhado em partículas, as quais podem ser absorvidas pelos pulmões e são cancerígenas.¹⁴¹ Na Figura 7, a título ilustrativo, se verifica um panorama geral sobre as nanopartículas e efeitos sobre o corpo humano, na forma abaixo:

Figura 7: Esquema do corpo humano com vias de exposição a nanopartículas, órgãos afetados e doenças associadas.



¹⁴⁰ BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 22- MR 23. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹⁴¹ BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 26. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

Fonte: BUZEA et. al.¹⁴²

Na figura 7 é possível constatar os possíveis efeitos adversos à saúde a partir do contato com nanopartículas, as quais podem ocorrer pela inalação, ingestão ou pelo simples contato pela via cutânea. Entre exemplos de doenças geradas pela inalação estão a asma, bronquite, câncer de pulmão e doenças neurológicas como Parkinson e Alzheimer, além de doenças geradas pelo ingresso no sistema circulatório como arritmias e doenças cardíacas.¹⁴³

O atual estágio de conhecimento dos elementos em tamanho *nano* não se aplica do mesmo modo como substâncias em tamanho maior, haja vista que as suas propriedades são distintas o que pode acarretar consequências não vislumbradas e incertas quando em contato com o ser humano e o próprio meio ambiente.¹⁴⁴ Bem por isso se apresenta a necessidade de aprofundamento na discussão em torno de possíveis prejuízos decorrentes dos nanomateriais:

A reflexão a respeito desta questão é bastante pertinente, uma vez que, além das inúmeras perspectivas oriundas do desenvolvimento de uma gama de novos materiais, há o potencial risco de contaminação ambiental dadas as características intrínsecas das nanopartículas, como tamanho, área superficial e a capacidade de aglomeração/dispersão, as quais podem facilitar a translocação destas pelos compartimentos ambientais e ocasionar, de forma acumulativa, danos à cadeia alimentar. Estes aspectos justificam a importância da investigação sobre a disponibilidade, degradabilidade e toxicidade dos nanomateriais.¹⁴⁵

A complexidade dos trabalhos nas atividades de nanotecnologia apresenta um avanço tecnológico imenso, mas, em contrapartida, um grande risco que esses trabalhos podem gerar na sociedade em geral e, principalmente, no âmbito empresarial e de seus trabalhadores. O aspecto ético e moral deve ser considerado,

¹⁴² BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 26. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹⁴³ BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4, p. MR 25 - MR 26. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹⁴⁴ VON HOHENDORFF, Raquel; COIMBRA, Rodrigo; ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias, os riscos e as interfaces com o direito à saúde do trabalhador. *Revista de informação legislativa: RIL*, v. 53, n. 209, jan./mar. 2016, p. 156. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/53/209/ril_v53_n209_p151>. Acesso em: 15 mar. 2022.

¹⁴⁵ PASCHOALINO, Matheus et al. Os nanomateriais e a questão ambiental. *Revista Química Nova*, v. 33, n.2, p.421-430, 2010. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagebank/pdf/Vol33No2_421_32-RV09047.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2022.

pois é necessária uma cautela e prudência no avanço das pesquisas diante da responsabilidade que se tem sobre as consequências para esta geração e para gerações futuras.¹⁴⁶ O debate ético e social em torno das nanotecnologias é, inclusive, alvo de diversos debates quanto aos seus limites no aspecto denominado de “geleia cinzenta” e no “pós-humanismo”.¹⁴⁷ O primeiro diz respeito ao receio de que os dispositivos de nanotecnologia sejam capazes de se reproduzirem ou programados para se reproduzir o que, de certo modo, coloca fim a ordem natural ao universo.¹⁴⁸ Já o pós-humanismo discute o dilema existente quanto à possibilidade as nanotecnologias alterarem, corrigirem, substituírem ou desenvolverem alguma característica natural do ser humano.¹⁴⁹

Certamente o crescimento das novas tecnologias pressupõe também um pensamento responsável a fim de que se pondere os riscos existentes através de gestão dos dados e medidas a serem consideradas no momento da tomada de decisão.¹⁵⁰ Na linha do risco e do comportamento de risco Raffaele de Giorgi aduz:

Na sociedade industrial moderna não há escolha entre comportamento arriscado e comportamento seguro, senão só a eleição entre diversas formas de risco com uma distribuição de vantagens e desvantagens e de destinatários das vantagens e destinatários das desvantagens. O problema fundamental da comunicação sobre o risco, portanto, não é um problema relativo à determinação de formas racionais ou até seguras do comportamento; trata-se antes de esgotar a diferença ente aqueles que tomam as decisões e aqueles que tem interesse nessas decisões. Para aquele que toma uma decisão é inevitável o risco, sob condição de que não se queira renunciar a todas as vantagens que derivam de um compromisso com respeito à ação: para aqueles que são interessados pela decisão, que não participam na decisão, trata-se, ao contrário, de um perigo que a eles lhe chega do exterior. Como demonstram investigações conduzidas, no geral, sobre a percepção do risco, a atitude em relações a danos futuros incertos é

¹⁴⁶ HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson. O Princípio Responsabilidade De H. Jonas Como Contraponto Ao Avanço (Ir)Responsável Das Nanotecnologias. *Revista Direito e Práxis*, v. 8, p. 2676-2681, 2017.

¹⁴⁷ UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Ética y política de la nanotecnología*. P. 23. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000145951_eng>. Acesso em: 14 mar. 2022.

¹⁴⁸ UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Ética y política de la nanotecnología*. P. 23. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000145951_eng>. Acesso em: 14 mar. 2022.

¹⁴⁹ UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Ética y política de la nanotecnología*. P. 24. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000145951_eng>. Acesso em: 14 mar. 2022.

¹⁵⁰ HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN Wilson. Iniciando a regulação (não tradicional) para as nanotecnologias: a construção do caminho a partir das possibilidades do framework e da árvore de decisão. XXIV Congresso Nacional do CONPEDI, e 03 a 06 de junho de 2015, Aracajú. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas Do. (Org.). *Anais...* Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <<https://www.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7/7FZqE4NANXQ7yC96.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2022.

muito diferente quando se considera o dano como possível consequência do próprio comportamento e que se lhe impute à outra parte.¹⁵¹

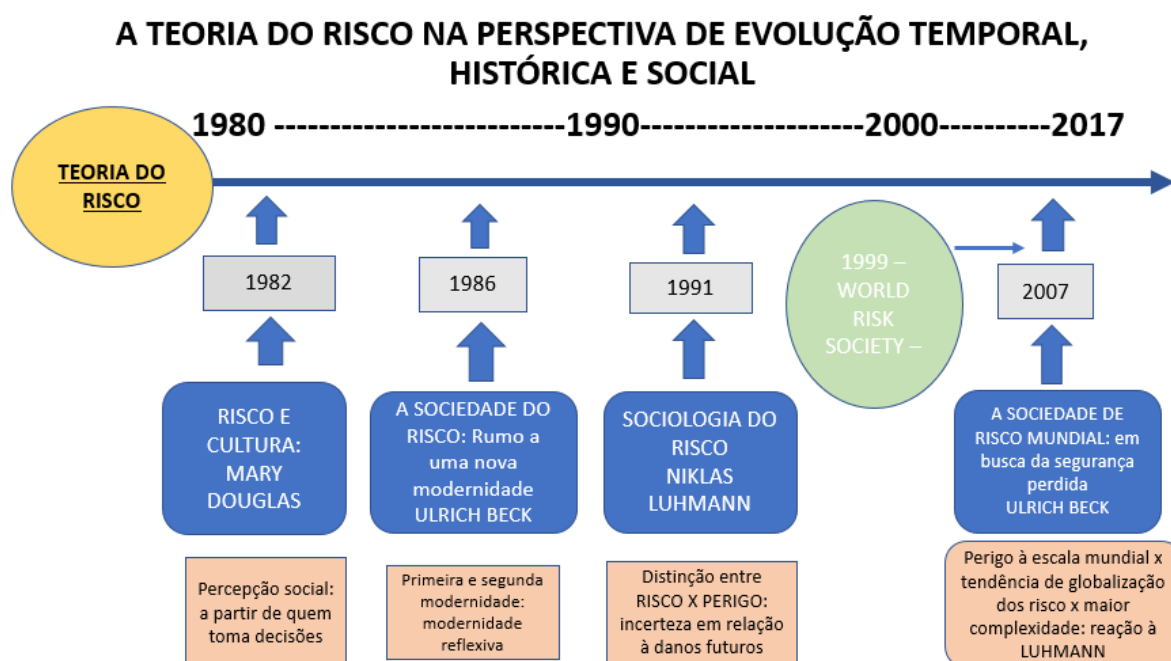
Nesse sentido, é imperiosa a análise do risco que o uso dessa tecnologia pode gerar. Alguns destes riscos são conhecidos, mas, em sua grande maioria, ainda são desconhecidos os seus efeitos.

Para tanto, no próximo tópico se explorará a Teoria de Risco e Perigo para uma visão sociológica dos estudos de Niklas Luhmann.

3.2 A Teoria de Risco e Perigo de Niklas Luhmann em confronto com as novas tecnologias do mundo do trabalho.

O conceito de risco gera um grande debate na sociologia. Diversos autores aprofundaram as suas pesquisas em torno das Teorias do Risco, sendo que, casa um deles, dentro do seu contexto, contribuiu para o amadurecimento da discussão do risco como algo presente na sociedade. A respeito da evolução da Teoria do Risco se verifica a seguinte disposição conforme panorama da Figura 8:

Figura 8: Linha Temporal da Teoria do Risco na Perspectiva da Evolução Temporal, Histórica e Social.



¹⁵¹ DE GIORGI, Raffaele. *Direito, democracia e risco: vínculos com o futuro*. Rio de Janeiro: Sérgio Antônio Fabris, 1991.p. 247-248.

Fonte: ENGELMANN; LEAL; HOHENDORFF¹⁵²

Ulrich Beck aponta que “risco constitui um tema mediador, no qual em sociedades altamente inovadoras, é necessário renegociar a divisão de trabalho entre a ciência, a política e a economia”¹⁵³. Niklas Luhmann refere que o ponto de partida para a análise teórica-sistêmica deve ser a diferença entre o sistema e o ambiente, na medida em que os sistemas são constituídos e mantidos através da distinção com o ambiente e utiliza os seus limites para regular essa diferença.¹⁵⁴

A respeito da modernização e das novas tecnologias na sociedade Ulrich Beck alude que:

[...] O processo de modernização torna-se “reflexivo”, convertendo-se a si mesmo em tema e problema. Às questões do desenvolvimento e do emprego de tecnologias (no âmbito da natureza, da sociedade e da personalidade) sobrepõe-se questões do “manejo” político e científico – administração, descoberta, integração, prevenção, acobertamento – dos riscos de tecnologias efetiva ou potencialmente empregáveis, tendo em vista horizontes de relevância a serem especificamente definidos. A promessa de segurança avança com os riscos e precisa ser, diante de uma esfera pública alerta e crítica, continuamente reforçada por meio de intervenções cosméticas ou efetivas no desenvolvimento técnicoeconômico.

[...]

Os riscos e ameaças atuais diferenciam-se, portanto, de seus equivalentes medievais, com frequência, semelhantes por fora, fundamentalmente por conta da globalidade de seu alcance (ser humano, fauna, flora) e de suas causas modernas. São riscos da modernização. São um produto de série do maquinário industrial do progresso, sendo sistematicamente agravados com seu desenvolvimento ulterior.¹⁵⁵

Já Niklas Luhmann disserta a respeito do sistema da ciência e risco:

Hasta donde la investigación de riesgos ha podido establecerse científicamente como especialidad, se ha apegado al estándar metodológico de la ciencia, y casi no ha dado a conocer ambiciones por una crítica de la ciencia que lo rebasen. Eso es extraño cuando se piensa que muchos de los temas recogidos conciernen directamente a la ciencia, por ejemplo en el contexto de la estimación de consecuencias de la tecnología, o en estudios

¹⁵² ENGELMANN, Wilson; LEAL, Daniele Weber S.; HOHENDORFF, Raquel Von. Nanotecnologias e a Evolução das Teorias Sobre Risco: A atenção para o Nanowaste e sua Adequada Gestão. *CADERNOS DE DEREITO ACTUAL* (ONLINE), v. 10, p. 79-118, 2018. p. 89. Disponível em: < <http://www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/view/328/207>> Acesso em: 13 mar. 2022.

¹⁵³ BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco Mundial - Em Busca da Segurança Perdida*. Lisboa: Edições 70, 2015.

¹⁵⁴ LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016. p. 53-55.

¹⁵⁵ BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. Trad. de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed.34, 2010. p. 24-26.

acerca de la imagen pública y la competencia de los expertos, los científicos o de la misma ciencia. Por lo visto, en tales contextos la investigación científica trata también la ciencia; pero eso sucede aun bajo el amparo de premisas teóricas del conocimiento y de las metodológicas clásicas, que prohíben estrictamente conclusiones autorreferenciales.

La ciencia habla acerca de sí misma como si se tratara de un tercero. Constará que se le percibe como algo arriesgado y peligroso, como si no fuera asunto suyo. Por ello tampoco ve ninguna razón para cuestionar si en última instancia la misma investigación sobre el riesgo es o bien arriesgada o bien peligrosa, al aportar, por ejemplo, argumentos para en el futuro las investigaciones mejor se suspendan o, por lo menos, se regulen y así se limiten, a costa de la autonomía del sistema científico.

Y esto puede tener como consecuencia que el verdadero conocimiento (incluyendo el conocimiento acerca de la peligrosidad del verdadero conocimiento) en caso necesario no está a la disposición y que entonces uno se viera obligado a la improvisación o, también, a tomar una decisión impresionista.¹⁵⁶

Especificando a doutrina do autor alemão em torno da discussão de risco, este faz uma passagem da oposição do risco com a segurança, isto é, se leva em consideração uma probabilidade cálculo de risco e a partir deste seria possível calcular as decisões de forma aritmética. O binômio risco-segurança tem como resultado um esquema de observação que, em tese, seria plausível calcular as decisões com base em alternativa segura.¹⁵⁷ Para tanto, esta teoria estaria ligada a observação de primeira ordem, uma vez que estes observadores acreditam nos fatos e quando surgem discussões, estes passam a ter divergências em termos de interpretações a respeito dos mesmos fatos.¹⁵⁸

Ainda na perspectiva luhmanniana a relação do Direito e do risco também é objeto de atenção, uma vez que refletem na tomada de decisão:

O direito não pode garantir a segurança quando a própria sociedade compreende seu futuro como um risco que depende de decisões. No sistema do direito os riscos adquirem uma forma especificadamente jurídica. Em perspectivas heteronomamente diferentes, isto é, referidas aos interesses, o risco imanente à conduta decisional e o perigo que advém daí são os problemas do direito opor excelência. Em uma perspectiva autorreferencial, que, portanto, refere-se a conceitos, o direito encontra-se obrigado a refletir sobre seu próprio risco. Mas isso não significa pura e simplesmente aceitar como fato a sua própria não confiabilidade, mas, muito mais, de encontrar forma jurídicas que se mostrem compatíveis, do ponto de vista do risco e do

¹⁵⁶ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 146.

¹⁵⁷ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 36.

¹⁵⁸ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 37.

perigo, com a autopoiese do sistema do direito, sua função específica e a peculiaridade de seu código.¹⁵⁹

No mesmo sentido, a relação do tomador de decisão e da percepção de risco é explicada por Niklas Luhmann:

As percepções em relação à medida na qual o risco é aceitável e à percepção do risco diferem para aquele que se vê a si próprio como tomador de decisão ou como parte envolvida. E, quanto mais a percepção do futuro da sociedade moderna adentra o horizonte da dependência da tomada de decisões, mais nitidamente pronunciada se torna a lacuna entre os tomadores de decisões e as partes envolvidas; assim, é preciso reconhecer mais nitidamente que os instrumentos jurídicos e financeiros de regulamentação designados para lidar com os mais diferentes problemas já não são suficientes.¹⁶⁰

Para Anthony Giddens existe uma clara distinção entre risco e perigo no sentido de:

Risco não é o mesmo que acaso ou perigo. O risco refere-se a perigos calculados em função de possibilidades futuras. Só tem uso corrente numa sociedade orientada para o futuro, uma sociedade que vê o futuro precisamente como um território a ser conquistado ou colonizado. O risco implica a existência de uma sociedade que tenta activamente desligar-se do passado – na realidade, a primeira característica da civilização industrial da era moderna.¹⁶¹

Sobre a distinção entre risco e perigo importante a caracterização no Quadro 3 logo abaixo:

Quadro 3: Diferenças entre risco e perigo.

ATRIBUTOS	PERIGO	RISCO
ABRANGÊNCIA	Local / individual	Global / planetária
ORIGEM	Causas externas / ambientais	Decisões
FONTES	Naturais	A própria modernidade

Fonte: MITJAVILA; GRAH¹⁶²

¹⁵⁹ LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016. p. 757-758.

¹⁶⁰ LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016. p. 189.

¹⁶¹ GIDDENS, Anthony. *O mundo na era da globalização*. Lisboa: Editorial Presença, 2000. p. 32.

¹⁶² MITJAVILA, Myriam Raquel; GRAH, Bruno. A ideia de risco nos estudos sobre a problemática da água no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. XIV, n. 2, Jul.-Dez. 2011, pp. 139-151, p. 145. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31722235010>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

Niklas Luhmann aponta para o risco como uma palavra moderna, enquanto que o perigo seria uma palavra advinda da antiguidade e estava ligada a incerteza do futuro.¹⁶³ O autor alude quanto a necessária distinção entre risco e perigo, os quais estão interligados, mas são diferentes, essencialmente, pois o risco surge quando os possíveis danos ocorrem em consequência da ação ou da tomada de decisão.¹⁶⁴ Para a teoria luhmanniana, o risco é uma forma de fazer descrições presentes do futuro, de modo que a decisão é tomada considerando um riscos de uma alternativa ou de outra.¹⁶⁵

Por outro lado, perigo são possíveis danos em consequência da ação de outras pessoas, causas ou da natureza.¹⁶⁶ Ainda, nesse ponto, o problema do risco se vislumbra, pois a cada decisão tomada em relação ao futuro é necessário analisar a problemática em torno do risco, eis que ela pode acontecer de uma forma que não se estava pensando, já que é imprescindível verificar a complexidade em volta desta decisão, na medida que o risco é uma contingência e uma decisão gera implicações distintas.¹⁶⁷

O Risco, na visão de Mary Douglas e Aaron Wildavsky, deveria ser entendido como um produto conjunto do conhecimento que se tem do futuro e um consenso quanto às perspectivas mais desejadas, o que possibilitaria relativizar os problemas. Para os autores o risco é uma construção coletiva social, cultural e politicamente.¹⁶⁸

François Ost estabelece três momentos para o risco. No primeiro, o risco se relacionava a acidente, como algo imprevisto, na ideia da sociedade liberal do século 19.¹⁶⁹ Em um segundo tempo, o risco está associado a noção de prevenção, tendo como proposta a redução de probabilidade e gravidade.¹⁷⁰ No último e atual momento, o risco assume uma figura de algo catastrófico, de certo modo previsível, mas que

¹⁶³ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 37-38.

¹⁶⁴ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 37-38.

¹⁶⁵ LUHMANN, Niklas. *Complejidad y modernidad: de la unidad a la diferencia*. Traducción de Josetxo Beriain e José María García Blanco. Madrid: Editorial Trotta, 1998. p. 163.

¹⁶⁶ BRÜSEKE, Franz Josef. Risco e contingência. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, vol. 22, n. 63, fev. 2007, p. 71.

¹⁶⁷ ROCHA, Leonel Severo; SCHWARTZ, Germano; CLAM, Jean. *Introdução à Teoria do Sistema Autopoiético do Direito*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2005. p. 39.

¹⁶⁸ DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. *Risco e cultura: Um ensaio sobre a seleção de riscos tecnológicos e ambientais*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 5-6.

¹⁶⁹ OST, François. *O tempo do direito*. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999. p. 324.

¹⁷⁰ OST, François. *O tempo do direito*. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999. p. 324-325.

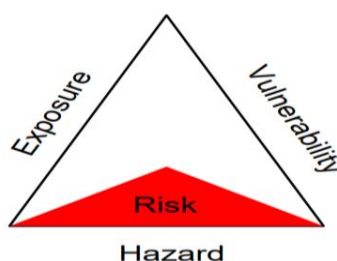
frustra a capacidade de prevenir e levando a uma incerteza geral.¹⁷¹ Ainda sobre a sociedade de risco François Ost estabelece:

Assim, a sociedade de risco é uma sociedade que coloca a si mesma em perigo: basta que se imagine no risco sanitário (sangue contaminado), ao risco alimentar (doença chamada da “vaca louca”), ou ainda, o risco tecnológico (centrais nucleares, aquecimento do clima, buraco na camada de ôzônio...).

Por outro lado, estes riscos, sendo simultaneamente globais, transgeracionais, fora das normas (enormes), e por hipótese pouco ou nada conhecida sua definição é ela mesma, largamente, função do estado dos nossos conhecimentos científicos, assim como de uma determinação político-ética, desta vez do limiar do que nós consideramos como risco aceitável e inaceitável. Logo, tal risco é duplamente reflexivo: produto das nossas opções tecnológicas, é igualmente fruto de nossos modelos científicos e dos nossos julgamentos normativos. Esta situação de incerteza reflexiva - ameaça que vem menos da natureza do que da nossa própria ação – reforça, não se tenha dúvida, a necessidade de praticar a revisão, discutida na sessão precedente, sob o fundo com base na epistemologia da incerteza e na política da indeterminação.¹⁷²

Nesse contexto, a utilização do sistema risco-perigo passa pela utilização da observação de segunda ordem, na medida em que se passa a se ter visões diferentes a respeito do mesmo problema, pois o observador de segunda ordem observa os outros e gera versões diferentes dele e dos outros. Assim, definir o risco seria uma tarefa de contingência múltipla, pois possibilita ao observador vários pontos de vista a respeito do mesmo fenômeno.¹⁷³ Acerca da análise do risco se verifica que esta pode derivar de uma equação formada pela probabilidade de exposição e perigo, conforme exposto pelo triângulo do risco exposto na Figura 9:

Figura 9: Triângulo de risco



$$\text{Risk} = \text{Hazard} \times \text{Exposure} \times \text{Vulnerability}$$

¹⁷¹ OST, François. *O tempo do direito*. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999. p. 325.

¹⁷² OST, François. *O tempo do direito*. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999. p. 325-326.

¹⁷³ DAVID, Marília Luz. Sobre os conceitos de risco em Luhmann e Giddens. *Revista Eletrônica dos Pós Graduandos em Sociologia Política da UFSC*, v. 8, n. 1, jan-jul. 2011, p. 33. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/1806-5023.2011v8n1p30/20264>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

Fonte: YAN¹⁷⁴

Jenny Steele refere que o entendimento do risco no processo de tomada de decisão cria oportunidades de ação e remove as causas da indecisão. Para a autora inglesa, a análise de risco permite fazer uma escolha com base em informações estruturais decorrentes de técnicas e cálculos de probabilidade, as quais fornecem uma base para a tomada de decisão, em que pese ainda existam eventuais incertezas futuras.¹⁷⁵

A respeito do processo de tomada de decisão e da gestão de riscos e proteção contra riscos, Aswath Damodaram faz uma interessante relação na Tabela 2:

Tabela 2: Gestão de Riscos vs. Proteção contra riscos.

	Proteção contra riscos	Gestão de riscos
Visão do risco	O risco é um perigo	O risco é um perigo e uma oportunidade
Objetivo	Proteger contra as consequências negativas do risco	Explorar os aspectos positivos do risco gerados pela incerteza
Ênfase funcional	Financeira	Estratégica, abrange todas as funções
Processo	Orientada ao produto. Concentrada no uso de derivativos e seguros como proteção contra o risco	Orientada ao processo. Identifica as dimensões-chave do risco e tenta desenvolver maneiras melhores de tirar vantagem desses riscos em relação à concorrência
Medida do sucesso	Redução da volatilidade dos lucros, fluxos de caixa ou valor	Maior valor
Tipo de opção real	Opção de venda (seguro contra maus resultados)	Opção de compra (tira vantagem da alta volatilidade para gerar bons resultados)
Principal efeito sobre o valor	Taxa de desconto menor	Maiores e mais estáveis retornos excedentes ao custo de capital
Possivelmente faz sentido para	Empresas de capital fechado ou controladas por número pequeno de acionistas com expressiva alavancagem e custos de dificuldades financeiras	Empresas atuantes em setores voláteis e com expressivo potencial para retornos excedentes (se bem-sucedidas)

Fonte: DAMODARAM¹⁷⁶

Ainda nessa linha, a dificuldade de atribuição de risco diante da tomada de decisão também ocorre em relação as consequências desejadas e as não-desejadas. Estas consequências indesejadas assumem um papel importante nesta análise, eis

¹⁷⁴ YAN, Jianping. Disaster risk assessment: understanding the concept of risk. In: *Training Workshop on Drought Risk Assessment for The Agricultural Sector*, Ljubljana, 2010. p. 3. Disponível em: <http://www.wamis.org/agm/meetings/slovenia10/S5-2a_GRIP_Understanding_Risk.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.

¹⁷⁵ STEELE, Jenny. *Risks and Legal Theory*. Oxford: Hart Publishing, 2004. p. 19-20.

¹⁷⁶ DAMODARAM, Aswath. *Gestão estratégica do risco: uma referência para a tomada de decisão de riscos empresariais*. Trad. Feliz Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookmann, 2009. p.302.

que acusam imprecisões e falhas no processo de tomada de decisão, já que enfrentam limitações frente a um cálculo racional de causalidade.¹⁷⁷

Esse é um ponto de interconexão da questão do risco com as nanotecnologias. Todavia, como é prematuro qualquer efeito no ramo da nanotecnologia, pode se afirmar, que, em sua grande maioria, os riscos são desconhecidos e podem abranger os mais diversos problemas no ambiente de trabalho e na saúde dos trabalhadores.

Além disso, a distinção de risco e perigo também encontra guarida na ideia da tomada de decisão:

O sentido do risco como oposição à noção de segurança (risco/segurança) é suplantando a partir da consciência de que na sociedade nenhuma ação é precisamente segura. Por essa razão, o sentido atribuído ao risco decorre de sua distinção da noção de perigo (risco/perigo). O risco consiste nas consequências indesejadas e danos futuros decorrentes dos processos de tomada de decisão (de um determinado sistema), havendo certa possibilidade de controle, e vincula-se às decisões tomadas no presente, consistindo-se na face construtiva da distinção risco/perigo, pela sua maior suscetibilidade ao controle pelas decisões, a partir da constatação de que as decisões vinculam o tempo, ainda que não se possa conhecer suficientemente o futuro, nem mesmo o futuro produzido pelas próprias decisões do sistema. A comunicação do risco consiste exatamente nas incertezas a respeito do futuro decorrentes das decisões tomadas no presente. Em síntese, o risco consiste na descrição das frustrações pelo próprio agente. Como exemplos de situações de risco, temos a utilização da energia nuclear, a biotecnologia entre outros processos marcadamente inerentes à industrialização e ao desenvolvimento tecnológico ocorrido no último século. Já o perigo detém o sentido de descrever situações em que as consequências indesejadas são provenientes do ambiente (externas ao sistema observador). Trata-se da perspectiva da vítima. Em outras palavras, a noção atribuída às situações de perigo parte da perspectiva externa ao sistema observador, sendo-lhe mais escasso, o acesso aos conhecimentos que permitiriam o controle das consequências futuras prejudiciais. As catástrofes naturais, bem como os fenômenos meteorológicos consistem em exemplos, uma vez que as consequências decorrem de eventos exteriores à sociedade. Em que pese a diferença entre o risco e o perigo cingir-se ao ponto de observação (interno ao sistema, no caso do risco, e externo, no do perigo), tem-se que o que é perigo para um observador (vítima) é risco para outro (agente). A partir desta constatação feita por Niklas Luhmann, com o maior controle do homem sobre as condições da vida apresenta-se uma crescente transformação de perigos em riscos. Pode ser facilmente percebido que na era atual, inúmeras situações de perigo convertem-se em situações de risco (intervenções do homem na natureza a partir do surgimento da biotecnologia), bem como surgem novas espécies de risco (riscos invisíveis oriundos da utilização da energia atômica, de novas tecnologias e da indústria química).¹⁷⁸

¹⁷⁷ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 95.

¹⁷⁸ CARVALHO, Délton Winter de. *Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental*. 2. ed. rev., atual. e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013. p. 180-181.

No que tange a Teoria do Risco e Perigo de Niklas Luhmann, o risco consiste, na prática, um problema em torno da decisão e que envolve um ato de comunicação futuro:

Como hemos dicho: para el observador de primer orden es éste el mundo real. Sin embargo, para el observador de segundo orden, el problema reside en que algo que es tenido por lo mismo por distintos observadores genera informaciones muy diversas para ellos.

Con el objeto de poder hacer justicia a ambos niveles de la observación, daremos otra forma al concepto de riesgo. Nos serviremos, más concretamente, de la distinción entre riesgo y peligro. Esta distinción supone (y así se diferencia precisamente de otras distinciones) que hay una incertidumbre em relación a daños futuros. Se presentan entonces dos posibilidades. Puede considerarse que el posible daño es una consecuencia de la decisión, y entonces hablamos de riesgo y, más precisamente, del riesgo de la decisión. O bien se juzga que el posible daño es provocado externamente, es decir, se le atribuye al medio ambiente; y en este caso, hablamos de peligro.¹⁷⁹

Relacionando com as nanotecnologias se percebe que a Teoria de Risco e Perigo de Niklas Luhmann se encaixa perfeitamente nas percepções de incertezas em torno dos efeitos provenientes dos nanomateriais, eis que trabalha com a indeterminação do futuro e a tomada de decisão:

Los riesgos son una forma muy específica de disposición hacia el futuro, en la medida en que debe decidirse en el medio de la probabilidad-improbabilidad. La fijación de normas jurídicas o la apropiación de bienes escasos asegura algo determinado para el futuro, y en todo caso, se expone a los peligros con sus realizaciones. Mediante la forma del riesgo, al contrario, se aprovecha la indeterminación del futuro, es más, la propia ignorancia, para llevar el presente en formas que puedan ser confirmadas o desmentidas por presentes venideros (futuros). El futuro que sólo puede convertirse en presente de una u otra manera, pero en todo caso sólo de una manera determinada, es amoldado en una forma ficticia que, como tal, jamás se dará, a saber, la forma probable-improbable. Sólo eso crea un espacio para determinaciones presentes y, a la vez, el espacio para comunicaciones o no comunicaciones sociales acerca de tales determinaciones. Uno exige de sí y de otros un acuerdo con la designación de probabilidades-improbabilidades, y en vista a un futuro desconocido las determinaciones no pueden, y esto es un argumento adicional, ser tomadas de otra manera. Sólo se puede tomar una decisión arriesgada o esperar. Y la forma del riesgo dice que también la espera es una decisión arriesgada. Estas breves consideraciones se pueden resumir de la siguiente manera: el riesgo se debe entender como una forma para la formación de formas en el medio de lo probable-improbable. El medio mismo es una forma con dos lados que facilita la transición de uno al otro lado. Se

¹⁷⁹ LUHMANN, Niklas. *Sociología del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 37.

puedenaumentar o bajar las exigencias a una probabilidad-improbabilidad suficiente, y para uno puede ser suficiente lo que para otros no basta.¹⁸⁰

Sobre a relação das novas tecnologias com a tomada de decisão André Rafael Weyermüller e Leonel Severo Rocha refletem:

O que conecta a tecnologia com o Direito é a questão da decisão. A decisão se refere tanto à aplicação de normas quanto à decisão no momento da utilização de elementos tecnológicos em larga escala pela Economia no consumo da sociedade. A tecnologia pode ser um fator de risco e ao mesmo tempo, e paradoxalmente, uma necessidade. O Direito, ao produzir-se, dá-se também de forma paradoxal. A decisão está ligada ao futuro e à necessidade de controle.

A inovação constante e o ambiente de inovação tecnológica se desenvolvem pela ação do sistema social da Economia e seu código binário que distingue lucro de não-lucro como operação mais essencial, uma lógica sistêmica de repercussões muitas vezes negativas sobre a saúde e o meio ambiente. Na medida em que crescem as demandas autoproduzidas pela Sociedade de Risco com um forte determinante econômico, elas se tornam elementos de complexidade.¹⁸¹

No que tange a relação da tecnologia e da sociedade de risco, Niklas Luhmann comenta a respeito:

En el caso de la sociedad del riesgo, no se trataría sólo de la dependencia de la sociedad moderna respecto a la tecnología, sino más en general, del supuesto de que el futuro depende en todos los aspectos esenciales de decisiones que pueden tomarse actualmente, de modo que siempre se decide ahora sobre los presentes futuros, aunque el futuro no puede conocerse.¹⁸²

Niklas Luhmann também refere que o Direito e a tecnologia geram o problema da decisão, pois esta decisão se liga a um ato futuro, a qual se torna uma desculpa para aplicar o Direito de acordo com a avaliação do cálculo de interesse e em reação aos problemas autoproduzidos.¹⁸³

¹⁸⁰ LUHMANN, Niklas. *Sociología del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 65.

¹⁸¹ WEYERMÜLLER, André Rafael; ROCHA, Leonel Severo. O Risco na Sociedade Complexa e Tecnológica: uma Abordagem Sistêmica Luhmaniana. In: *Nanotecnologias E Meio Ambiente: Riscos e "Prevprec"*. Org. Juliane Altmann Berwig. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2021. p. 47

¹⁸² LUHMANN, Niklas. *La sociedad de la sociedad*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Ciudad de Mexico: Editorial Herder, 2006. p. 864-865.

¹⁸³ LUHMANN, Niklas. A terceira questão: o uso criativo dos paradoxos no direito e na história do direito. Tradução: Cícero Krupp da Luz e Jeferson Luiz Dutra. *Estudos Jurídicos*, São Leopoldo, p. 50, jan./jun. 2006.

Na visão de Délton Winter de Carvalho se apresentam duas espécies de riscos na sociedade atual, quais sejam, os riscos concretos e os riscos abstratos. O risco concreto prevê a possibilidade de quantificação de uma probabilidade em alguma medida. Por outro lado, o risco abstrato parte da incerteza na qual é impossível a formação de uma padronização diante da difícil mensuração. Para isso, dois modelos de gestão de risco são apresentados como viáveis de aplicação. O primeiro, modelo estadunidense necessita de uma quantificação de probabilidades e rechaça as incertezas, enquanto o segundo, modelo europeu, utiliza o princípio da precaução como análise para os danos não mensurados.¹⁸⁴

Assim, os princípios da prevenção e da precaução atuarão de forma conjunta para o saneamento da tomada de decisões com a finalidade de contingenciar, respectivamente, o risco conhecido e o desconhecido.

Por essa razão, no próximo tópico se explorará as particularidades dos princípios da precaução e prevenção, tendo como viés o risco proveniente das nanotecnologias.

3.3 O Princípio da Prevenção e Precaução influenciando a atuação do Risco.

Os princípios da prevenção e da precaução são padrões importantes para serem utilizados nas nanotecnologias. Tal fato se dá, principalmente, em razão das incertezas decorrentes dos efeitos produzidos pelos nanomateriais quando trabalhados na escala nano.

Dentro desse contexto, resta importante analisar os precedentes históricos e conceituais dos princípios a fim de relacioná-los com o risco e com as nanotecnologias.

A primeira noção correspondente ao hoje denominado princípio da precaução surgiu na Suécia, na sua Lei de Proteção Ambiental, e na Alemanha, delimitado de *Vorsorgeprinzip*.¹⁸⁵ No Direito Alemão, o princípio da precaução está presente desde

¹⁸⁴ CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017. p. 170-172.

¹⁸⁵ WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015, p.2.

o início dos anos 1970, juntamente com os princípios da cooperação e do poluidor-pagador.¹⁸⁶

O documento institucional que proclama o significado do Princípio da Precaução foi a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992:

Princípio 15 - Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.¹⁸⁷

No âmbito do Direito pátrio, o princípio da precaução está consagrado no artigo 225, inciso V da Constituição:

Art. 225. Todos têm Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
 § 1º Para assegurar a efetividade desse Direito, incumbe ao Poder Público:
 [...] V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;¹⁸⁸

Veja que não se está diante de um dispositivo que conste consagrado o princípio da precaução. No entanto, ainda que não se esteja claramente com a nomenclatura disposta no texto constitucional, resta nítido que quando se há risco deve ser ter precaução para afastar uma possibilidade de prejuízo.¹⁸⁹

Nos trabalhos nanotecnológicos, o princípio da precaução aplicado aos casos concretos deverá valorizar os direitos fundamentais básicos equacionando a questão ambiental com a econômica, tendo como ponto básico a Constituição da República de 1988.¹⁹⁰

¹⁸⁶ MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. p. 98-99.

¹⁸⁷ CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

¹⁸⁸ BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 11 mar. 2022.

¹⁸⁹ MACHADO, Paulo Affonso Leme. Art. 225, §1º, V. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lenio Luiz; MENDES, Gilmar Ferreira (Orgs). *Comentários à Constituição do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2018. p. 2189.

¹⁹⁰ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. *Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental*. Paraná: Honoris Causa, 2010. p. 208.

Paulo Affonso Leme Machado aduz que “a precaução age no presente para não se ter de chorar e lastimar no futuro”.¹⁹¹ O autor crê que o princípio da precaução tem como objetivo a manutenção da qualidade de vida humana e a continuidade da natureza no planeta.¹⁹²

A utilização do princípio da precaução ocorrerá quando a pesquisa científica for insuficiente, inconclusiva ou incerta, além de possíveis traços de que os efeitos podem ser perigosos para o ambiente, saúde das pessoas ou animais.¹⁹³ Esse é o justamente o caminho que se vislumbra com as nanotecnologias, eis que os estudos científicos ainda não são totalmente conclusivos em algumas áreas de atuação.

Wilson Engelmann reflete sobre o exercício do princípio da precaução.:

Evidencia-se que a *phrónesis* está vinculada ao saber ordenado para o bem humano, que é contingente e variável de acordo com as características do caso concreto. Não se trata de uma concepção individualista de bem, mas de uma contextualização projetada para a integralidade das pessoas. O exercício do princípio da precaução caminha na mesma direção. Por isso, ele poderá ser um exemplo atual do exercício do homem *phrónimos*, alguém que avalia os riscos e as consequências e depois decide.¹⁹⁴

Nesse ponto, é interessante traçar um paralelo da atuação do princípio da precaução com o princípio da responsabilidade de Hans Jonas. Na medida que o princípio da precaução pressupõe a necessidade de diante da incerteza se avaliar os riscos e depois decidir, aqui se tem uma clara relação com o princípio da responsabilidade, uma vez que o “medo que faz parte da responsabilidade não é aquele que nos aconselha a não agir, mas aquele que nos convida a agir”.¹⁹⁵ Se está diante de “[...]um medo que tem a ver com o objeto da responsabilidade a vulnerabilidade da vida (humana e não humana) frente ao avanço tecnológico.”¹⁹⁶

¹⁹¹ MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. P.111.

¹⁹² MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. p.99.

¹⁹³ MILARÉ, Édis. *Direito do Ambiente*. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. p. 262.

¹⁹⁴ ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Orgs.). *Direitos Fundamentais e Estado: políticas públicas & práticas democráticas*. [recurso eletrônico] Criciúma: Unesc, 2011. Tomo I, p. 407-422. p. 419.

¹⁹⁵ JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006. p. 351.

¹⁹⁶ JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006. p. 351.

No que tange ao princípio da precaução, na visão de Direito Ambiental, este versa sobre as medidas que evitam o surgimento de atentados ao ambiente, com o propósito de reduzir ou neutralizar as ações qualitativas.¹⁹⁷ O uso do princípio da prevenção visa agir de forma antecipada diante de um risco que probabilidade e magnitude conhecida.¹⁹⁸

Acerca do Princípio da Precaução e do Direito Ambiental, Cristiane Derani aduz:

[...] precaução é cuidado (in dúbio pro securitate). O princípio da precaução aos conceitos de afastamento de perigo e segurança das gerações futuras, como também de sustentabilidade ambiental das atividades humanas. Este princípio é a tradução da busca da proteção da existência humana, seja pela proteção de seu ambiente como pelo assecuramento da integridade da vida humana.

A partir dessa premissa, deve-se também considerar não só o risco iminente de uma determinada atividade como também os riscos futuros decorrentes de empreendimentos humanos.¹⁹⁹

O princípio da precaução “[...] impõe prioritariamente e antecipadamente a adoção de medidas preventivas e justifica a aplicação de outros princípios, como o da responsabilização e da utilização das melhores tecnologias disponíveis”.²⁰⁰

Nesse sentido, a aplicação do princípio da precaução visa [...] equacionar a possibilidade do surgimento de perigo de dano grave ou irreversível e a inexistência de certeza quanto ao efetivo controle científico das consequências da pesquisa em relação ao meio ambiente e também ao ser humano.²⁰¹

Para Daniel Farber, o princípio da precaução é uma nota de que não é razoável esperar pela certeza para adotar as precauções de segurança, mas é preciso responder diante da possibilidade de um risco negativo²⁰². A precaução é utilizada como um contraponto do modelo do custo-benefício, pois se mostra mais sensato agir

¹⁹⁷ BOTELHO, Nadja Machado. Efetividade da tutela jurisdicional e irreversibilidade do dano ambiental. *Revista de Processo*, vol. 148, jun. 2007, p. 2.

¹⁹⁸ CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017. p. 180.

¹⁹⁹ DERANI, Cristiane. *Direito ambiental econômico*. São Paulo: Max Limonad, 1997.p. 167.

²⁰⁰ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Parte I – direito constitucional ambiental português e da União Europeia. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 5. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2012. p. 29

²⁰¹ WEYERMÜLLER, André Rafael; FLORES, André Stringhi; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental*. Curitiba: Honoris Causa, 2010.p.125

²⁰² FARBER, Daniel A. Farber. Coping With Uncertainty: Cost-Benefit Analysis, The Precautionary Principle, And Climate Change. *Washington Law Review*, v. 90, 2015, p. 1671-1672. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2637105>. Acesso em 13 mar. 2022.

diante de situações indefinidas ou os resultados não são precisamente quantificáveis.²⁰³

Um modelo de avaliação de riscos com base no princípio da prevenção se mostra bastante eficaz, uma vez que é passível de quantificação e se organiza a partir de uma análise de custo-benefício para o processo de tomada de decisão, sopesando os ganhos e mitigando eventuais prejuízos.²⁰⁴

Em outro prisma, o princípio da precaução tem como pretensão estabelecer a conexão entre os riscos rodeados de incertezas, ambiguidades e ignorâncias diante de um cenário de ameaça de dano grave ou irreversível.²⁰⁵ Délton Winter de Carvalho refere a respeito da gestão de riscos e do uso do princípio da precaução:

A análise do risco é compreendida pela existência de três etapas funcionais, quais sejam: a investigação, a avaliação e a gestão do risco. Enquanto a primeira é responsável pela investigação científica do risco, a segunda exige a ponderação dos dados científicos investigados e a descrição das prováveis consequências negativas, levando em consideração os interesses envolvidos, e a terceira consiste nas decisões que estabelecem os níveis de aceitabilidade dos riscos, impondo medidas (não discriminatórias, proporcionais, coerentes, que analisem a relação de custo e benefício e a evolução científica) capazes de mitigar os riscos ambientais prováveis decorrentes de um fenômeno, atividade ou produto.

A gestão dos riscos abstratos encontra-se, ainda, diretamente ligada a uma metodologia transdisciplinar que fomente a interação entre os diversos diálogos policontextuais envolvidos (direito, ciência, política, economia). É a partir dessa metodologia transdisciplinar que o princípio da precaução deve ser capaz de avaliar a probabilidade de ocorrência dos riscos abstratos, sua provável magnitude e irreversibilidade para fins de caracterização como ilícito ambiental.²⁰⁶

Uma questão que vincula o princípio da precaução é a incerteza, a qual pode ser observada em três situações:

- a) aquelas em que há danos reais e confirmados, mas se desconhece a causa (dúvidas quanto ao o quê);
- b) outras, em que há uma causa hipotética para os danos reais, mas não é claro o nexo entre ambos (dúvidas quanto ao porquê);
- c) e outras em que nem sequer há ainda um dano confirmado, havendo apenas suspeitas (dúvidas quanto ao se). Sobretudo neste último caso, a

²⁰³ KYSAR, Douglas A. It Might Have Been: Risk, Precaution, and Opportunity Costs. *Cornell Law Faculty Publications*, v. 50, 2006, p. 20-21. Disponível em: <https://scholarship.law.cornell.edu/lrsp_papers/50>. Acesso em: 13 mar. 2022.

²⁰⁴ CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017. p. 182.

²⁰⁵ CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017. p. 196.

²⁰⁶ CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017. p. 205.

invocação do princípio da precaução só se justifica quando, apesar de não haver quaisquer danos comprovados (associados a um determinado produto, substância ou tecnologia), houver, mesmo assim, uma probabilidade mínima. A Comissão Europeia fala em “motivos razoáveis” mas nós preferimos falar numa verossimilhança. Verossimilhança poderia ser também a tradução, para português, da expressão inglesa “likelihood” que é “algo menos do que a probabilidade e mais do que uma remota possibilidade. Na ausência de danos, a verossimilhança é o limite mínimo de relevância da incerteza científica. A razão é simples: estando em causa riscos graves e irreversíveis, todas as hipóteses devem ser admitidas. No âmbito do raciocínio científico, estamos a falar do uso de simulações conceituais, quando é impossível desenvolver uma experiência científica para comprovar uma determinada teoria (também denominado raciocínio “what if, ou numa tradução livre, raciocínio “e se”?)”²⁰⁷

Em relação a incerteza, sobre esta paira uma subjetividade do que pode ser considerado como incerto ou de quando se está diante de uma situação de aplicação do princípio da precaução. Para auxiliar nesse ponto, o *Intergovernmental Panel on Climate Change*, desenvolveu um padrão especializado para especificar os níveis de incerteza como se verifica na Tabela 3:

Tabela 3: Designações de Incerteza do IPCC.

Designações de Incerteza do IPCC	
Prazo	Probabilidade
<i>Virtualmente certo</i>	Mais de 99%
<i>Extremamente provável</i>	Mais de 95%
<i>Muito provável</i>	Mais de 90%
<i>Provável</i>	Entre 66-90%
<i>Mais provável do que não</i>	Mais de 50%
<i>Tão provável quanto não</i>	Entre 33-66%
<i>Improvável</i>	Abaixo de 33%
<i>Muito improvável</i>	Abaixo de 10%

Fonte: Traduzido e adaptado de IPCC²⁰⁸.

²⁰⁷ ARAGÃO, Alexandra. Princípio da precaução: manual de instruções. *Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*, Coimbra, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, ano XI, n. 22, p. 9-58, fev. 2008, p. 33.

²⁰⁸ STOCKER, Thomas et al. *Technical summary*. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, pp. 33-115. Disponível em: <doi:10.1017/CBO9781107415324.005>. Acesso em 13 mar. 2022.

Outro ponto importante quanto ao princípio da precaução foi o documento institucional denominado “Comunicação da Comissão Europeia relativa ao princípio da precaução”, publicado em 2000 e que propõe uma série de peculiaridades:

- a) “A implementação de uma abordagem baseada no princípio da precaução deveria começar por uma avaliação científica, tão completa quanto possível, e, sempre que possível, identificando em cada fase o grau de incerteza científica.”
- b) “As instâncias de decisão deveriam considerar uma avaliação das potenciais consequências da inacção e das incertezas da avaliação científica ao determinar se devem desencadear uma acção baseada no princípio da precaução.” [sic.]
- c) “Todas as partes interessadas deveriam ser envolvidas tanto quanto possível no estudo das várias opções de gestão de riscos que se possam considerar quando estiverem disponíveis os resultados da avaliação científica e/ou da avaliação de riscos, e o procedimento deve ser tão transparente quanto possível.”²⁰⁹

No que tange aos elementos do princípio da precaução, estes são a incerteza científica, o risco de dano e a inversão do ônus da prova.

Em relação a incerteza científica, esta pressupõe a falta de certezas absolutas quanto ao risco de dano, isto é, se vincula com a incerteza no tempo conectada com possibilidade de ocorrência de risco de dano grave e/ou irreversível.²¹⁰

Quanto ao risco de dano a [...] “abordagem do princípio da precaução deve ser feita no sentido de que este é um instrumento de gestão de riscos tendente a evitar o dano[...]” ou “[...] para evitar que o dano já ocorrido continue a gerar consequências”.²¹¹

Ainda, o último elemento do princípio da precaução é a necessidade de aquele que causou o dano demonstrar que não se está diante de uma situação que cause riscos e potenciais lesões.²¹²

Por outro lado, também é importante caracterizar o princípio da prevenção. A prevenção surge [...] “quando o perigo é certo e quando se tem elementos seguros para afirmar que uma determinada atividade é efetivamente perigosa”.²¹³ O princípio

²⁰⁹ UNIÃO EUROPEIA. Comissão Europeia. *Comunicação da Comissão relativa ao Princípio da Precaução COM(2000) 1 final*. Bruxelas, 2000. p. 18-19. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:PT:PDF>> Acesso em: 13 mar. 2022.

²¹⁰ WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015.

²¹¹ WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015.

²¹² WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015.

²¹³ MILARÉ, Édís. *Direito do Ambiente*. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. p. 262.

da prevenção atua para evitar diretamente o dano e o perigo comprovado cientificamente, além de objetivar ações para afastar eventos previsíveis.²¹⁴

Bem por isso, para Paulo Affonso Leme Machado, afirma que o princípio da prevenção introduz a criação e a prática de políticas públicas ambientais, já que este princípio tem como fator a informação organizada e a pesquisa.²¹⁵ Ainda, o autor afirma que o princípio comporta 12 itens de aplicação:

1) identificação e inventário das espécies da fauna e flora de um território para à conservação da natureza; 2) identificação das fontes contaminantes das águas e do ar para ao controle da poluição; 3) identificação e inventário dos ecossistemas, mediante a elaboração de um mapa ecológico; 4) planejamento ambiental e econômico integrado; 5) ordenamento territorial ambiental; 6) Estudo de Impacto Ambiental; 7) prestação de informações; 8) emprego de novas tecnologias; 9) autorização e licenciamento ambiental; 10) monitoramento; 11) inspeção e auditorias ambientais; 12) sanções administrativas e judiciais.²¹⁶

A distinção da precaução e da prevenção também se mostra importante:

“A distinção entre prevenção e precaução funda-se, pois, na oposição entre riscos conhecidos, ou concretos, e riscos potenciais, ou hipotéticos. A noção de risco é bastante antiga, mas o princípio de precaução inova na ideia de antecipação desses riscos: para garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como legado às futuras gerações, é preciso agir com cautela também diante daquelas circunstâncias pouco conhecidas, cujos indícios fazem crer na possibilidade de ocorrência de danos graves ou irreversíveis.”²¹⁷

José Joaquim Gomes Canotilho reforça que a diferença entre a precaução e a prevenção.

[...] “tem a sua máxima aplicação em caso de dúvida. Ele significa que o ambiente deve ter em seu favor o benefício da dúvida quando haja incerteza, por falta de provas científicas evidentes”
[...]
“o princípio da precaução distingue-se, portanto, do da prevenção por exigir uma proteção antecipada do ambiente ainda num momento anterior àquele em que o princípio da prevenção impõe uma atuação preventiva”.²¹⁸

²¹⁴ WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015.

²¹⁵ MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. p.122-123.

²¹⁶ MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013. p.123.

²¹⁷ SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da. *Risco ecológico abusivo: a tutela do patrimônio ambiental nos processos coletivos em face do risco socialmente intolerável*. Caxias do Sul: EDUCS, 2014. p. 251-252.

²¹⁸ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Introdução ao direito do ambiente*. Lisboa: Universidade Aberta, 1998. p. 48-50.

No que diz respeito aos trabalhadores que laboram em exposição a nanopartículas, as regras atinentes a segurança e saúde no trabalho tratam de regular as questões relativas aos riscos mensuráveis ou existentes – risco conhecido – para, a partir disto, atuar na prevenção de eventuais acidentes ou surgimento de patologias ocupacionais.²¹⁹ Nessa medida, as normas atuais aplicam o princípio da prevenção como medida para os riscos existentes no meio ambiente de trabalho.

No meio ambiente do trabalho a aplicação do princípio da precaução é encontrada em todas as situações de incerteza sobre a potencialidade danosa de determinado produto químico ou biológico cujo conhecimento sobre possíveis efeitos toxicológicos sobre a saúde humana e o meio ambiente ainda é precário.²²⁰

Da mesma forma, considerando ainda as incertezas decorrentes das nanotecnologias, o princípio da precaução se mostra apropriado como fonte:

As pesquisas sobre os impactos das nanopartículas no meio ambiente estão apenas no início e é o caso de se aplicar o princípio da precaução e exigir que sejam desenvolvidas de forma concomitante pesquisas que levem a inovações tecnológicas advindas da nanotecnologia e a pesquisas toxicológicas devido ao uso e disposição destas nanopartículas nos ecossistemas naturais.²²¹

O grande desafio é, efetivamente, construir um sistema multidisciplinar, a partir dos preceitos vistos do princípio da precaução, para ser aplicado aos casos concretos das nanotecnologias a fim balizar eventuais riscos e efeitos.

Nesse sentido, uma forma de auxiliar na construção prática dos eventuais riscos e seus efeitos é a Gestão de Riscos como amparada em um Programa de Integridade e nos modelos de organismos nacionais e internacionais, conforme se verificará no próximo capítulo.

²¹⁹ ENGELMANN, Wilson; GÓES, Maurício de Carvalho. *Direito das Nanotecnologias e meio ambiente do trabalho*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015. p. 146.

²²⁰ OSHIRO, Maria de Lourdes; HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. In: Cadernos ibero-americanos de direito sanitário. CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE DIREITO SANITÁRIO, 3., CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO SANITÁRIO, 2., 2013. *Anais...* v. 2, n. 2, p. 673-674, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://publicaciones.fmdv.org/ojs/index.php/cuadernosderechosanitario/article/view/74/103>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

²²¹ OSHIRO, Maria de Lourdes; HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. In: Cadernos ibero-americanos de direito sanitário. CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE DIREITO SANITÁRIO, 3., CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO SANITÁRIO, 2., 2013. *Anais...* v. 2, n. 2, p. 672-673, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://publicaciones.fmdv.org/ojs/index.php/cuadernosderechosanitario/article/view/74/103>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

4 GESTÃO DE RISCOS E OS PROGRAMAS DE INTEGRIDADE: UMA PROPOSTA DE REDUÇÃO DO (POSSÍVEL) PREJUÍZO NO AMBIENTE LABORAL.

Neste capítulo se tratará o tema dos programas de integridade como ponto principal. O objetivo geral do tópico é demonstrar que os programas de integridade quando amparados em um sistema efetivo de gestão de riscos apresenta uma significativa metodologia de prevenção dos prejuízos no ambiente empresarial, notadamente aqueles provenientes das nanotecnologias.

Para isso, inicialmente, se explorará os programas de integridade, as suas particularidades, contextualização na legislação pátria e estrangeira e a sua aplicabilidade como meio de prevenção de riscos. Em um segundo momento, se passará ao estudo da Gestão de Riscos no Ambiente Empresarial, tendo como norte a aferição das formas e tipos de gestão de riscos e como isso influencia o trabalho nanotecnológico. Por fim, no último ponto, se analisará as influências dos organismos nacionais e internacionais para a criação de um método de gestão de riscos para as nanotecnologias e como as normativas destes órgãos colaboram para uma proteção ao possível prejuízo no ambiente empresarial.

4.1 Os Programas de integridade e suas nuances como método de prevenção dos riscos no ambiente de trabalho.

Diante das perspectivas em torno do avanço das nanotecnologias em empresas, centros de pesquisa e laboratórios, um programa de gestão dos riscos no ambiente empresarial de possíveis riscos nanotecnológicos se mostram vitais para o sucesso das organizações e o bem-estar dos trabalhadores.

Uma forma organizada de se ter a prevenção no ambiente empresarial seria através dos “*compliance programs*”. A aplicação de “*compliance*” nas relações empresariais e de trabalho se mostra relevante diante das perspectivas atuais do meio ambiente de trabalho.

Para Marcelo de Aguiar Coimbra e Vanessa Alessi Manzi “*compliance* é o dever de cumprir, de estar em conformidade e fazer cumprir leis, diretrizes, regulamentos internos e externos, buscando mitigar o risco atrelado à reputação e o

risco legal/regulatório”²²². Na mesma linha, um programa de *compliance* é um sistema complexo e organizado que interage com processos de negócios da empresa e inclui pessoas, ações, ideias, documentos, entre outros.²²³ Logo, um “*compliance program*” ou programa de conformidade seria vital para a proteção aos direitos fundamentais dos trabalhadores e para promover a gestão de riscos no meio ambiente de trabalho. A empresa precisaria estipular políticas e procedimentos para lidar com os efeitos, vantagens e desvantagens do dia a dia laboral.

O tema do *compliance* surgiu a partir de diversos escândalos ocorridos em países estrangeiros, os quais demonstravam a inexistência de leis que regulassem os casos de corrupção e crimes ligados a esta questão. Exemplo disso é o caso “*Watergate*” ocorrido nos Estados Unidos da América em que o Presidente Richard Nixon teve interferência na investigação e que é um dos mais emblemáticos de corrupção no meio político.²²⁴ Posteriormente, no mesmo país fora promulgada a *Foreign Corrupt Practices Act* – FCPA em 1977, conhecida como Lei Anticorrupção Transnacional, a qual estabeleceu obrigações contábeis, sistemas de controles internos, sanções penais e civis para os administradores das empresas, para os representantes e para os empregados.²²⁵ A legislação estadunidense influenciou a criação de leis em outros países e tratados internacionais acerca das estratégias globais de controle da corrupção.²²⁶ A base da lei é coibir duas atividades ilícitas principais, quais sejam, o suborno e a contabilidade falsa ou imprecisa, sendo responsável pela operacionalização e execução deste controle a *Securities and Exchange Commission* (SEC) e o *Department of Justice* (DOJ).²²⁷

²²² COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 2.

²²³ SERPA, Alexandre; SIBILLE, Daniel. *Os Pilares do Programa de Compliance: uma breve discussão*. São Paulo: Editora Roncarati, 2016. E-book. Disponível em: <https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/os_pilares_do_programa_de_compliance.pdf>. Acesso em 13 mar. 2022.

²²⁴ COSTA, Fernando Medeiros; MEDEIROS, Nilton Carvalho Lima de. Elementos Éticos no Desenvolvimento do Código De Conduta para Implementação de um Programa de Compliance. *Revista Brasileira de Direito Empresarial*, Goiânia, v. 5, n. 1, Jan/Jun. 2019. p. 81

²²⁵ TOMAZ, Roberto Epifânio (org). *Descomplicando o compliance*. Florianópolis: Tirant Lo Blanch, 2018. p. 23.

²²⁶ FERRERA, Luciano V. MOROSINI, Fabio C. A Implementação da Lei Internacional Anticorrupção no Comércio: o controle legal da corrupção direcionado às empresas transnacionais. Austral: *Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais*, v.2, n.3, Jan-Jun 2013, p. 273-274.

²²⁷ COELHO, Nuno Manuel Morgadinho dos Santos; HERINGER, Helimara Moreira Lamounier. Foreign corrupt practices act: uma breve análise da lei que deu origem ao combate internacional da corrupção. *Revista jurídica*, Curitiba, v. 01, n. 46, p. 170, 2017.

Já no Brasil, a evolução da regulação do tema da corrupção ocorreu mais tarde sob a pressão de organismos internacionais para que se tivesse dispositivos legais específicos:

Seguindo este panorama de busca por um ambiente mais ético a Convenção Interamericana contra a Corrupção criada pela OEA- Organização dos Estados Americanos, firmada em 1996, foi aprovada no Brasil pelo Decreto Legislativo n.º 152/2002 e Decreto Presidencial n.º 4.410/20021.

No mesmo sentido de aperfeiçoamento do ambiente negocial e efetivação do combate à corrupção, a Convenção sobre o Combate da Corrupção de Funcionários Públicos Estrangeiros em Transações Comerciais, criado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ("OCDE") foi aprovada no Brasil, foi aprovada pelo Decreto Presidencial n.º 3.678/20002.

Outro grande marco para a efetivação do combate à corrupção foi a Convenção da ONU - Organização das Nações Unidas sobre a Corrupção adotada pela Assembleia Geral de 31 de outubro de 2003, aprovada pelo Decreto Legislativo n.º 348/2005 e Decreto Presidencial n.º 5.687/20063.²²⁸

Passado esse período de maturação na legislação brasileira, no ano de 2013 foi promulgada a Lei n. 12.846, a qual dispõe sobre a responsabilização administrativa e civil de pessoas jurídicas pela prática de atos contra a administração pública, nacional ou estrangeira.²²⁹ O propósito da lei foi estimular as empresas a se manterem em conformidade com as normas em geral com a adoção de práticas internas eivadas na integridade e na ética.²³⁰

Um dos principais pontos da lei foi a responsabilização das empresas por atos de corrupção, os quais seguirão a teoria da responsabilidade objetiva, isto é, independem de dolo ou culpa, sendo que o nexos causal se estabelece através da conduta e do benefício obtido ou pretendido pela pessoa jurídica.²³¹ As condutas tipificadas pela lei como infrações estão descritas no artigo 5º, conforme abaixo:

Art. 5º Constituem atos lesivos à administração pública, nacional ou estrangeira, para os fins desta Lei, todos aqueles praticados pelas pessoas jurídicas mencionadas no parágrafo único do art. 1º, que atentem contra o patrimônio público nacional ou estrangeiro, contra princípios da administração pública ou contra os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, assim definidos:

²²⁸ COSTA, Fernando Medeiros; MEDEIROS, Nilton Carvalho Lima de. Elementos Éticos no Desenvolvimento do Código De Conduta para Implementação de um Programa de Compliance. *Revista Brasileira de Direito Empresarial*, Goiânia, v. 5, n. 1, Jan/Jun. 2019. p. 82.

²²⁹ BRASIL. *Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm>. Acesso em: 23 jan. 2022.

²³⁰ DURÃES, Cintya Nishimura; RIBEIRO, Maria de Fátima. O Compliance no Brasil e a Responsabilidade Empresarial no Combate à Corrupção. *Revista do Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais da Unijuí*, Editora Unijuí, Ano XXIX, n. 53, jan./jun. 2020, p. 70.

²³¹ BATISTI, Beatriz Miranda. *Compliance e corrupção: análise de risco e prevenção nas empresas em face dos negócios públicos*. Curitiba: Juruá, 2017.p. 76.

- I - prometer, oferecer ou dar, direta ou indiretamente, vantagem indevida a agente público, ou a terceira pessoa a ele relacionada;
- II - comprovadamente, financiar, custear, patrocinar ou de qualquer modo subvencionar a prática dos atos ilícitos previstos nesta Lei;
- III - comprovadamente, utilizar-se de interposta pessoa física ou jurídica para ocultar ou dissimular seus reais interesses ou a identidade dos beneficiários dos atos praticados;
- IV - no tocante a licitações e contratos:
- a) frustrar ou fraudar, mediante ajuste, combinação ou qualquer outro expediente, o caráter competitivo de procedimento licitatório público;
 - b) impedir, perturbar ou fraudar a realização de qualquer ato de procedimento licitatório público;
 - c) afastar ou procurar afastar licitante, por meio de fraude ou oferecimento de vantagem de qualquer tipo;
 - d) fraudar licitação pública ou contrato dela decorrente;
 - e) criar, de modo fraudulento ou irregular, pessoa jurídica para participar de licitação pública ou celebrar contrato administrativo;
 - f) obter vantagem ou benefício indevido, de modo fraudulento, de modificações ou prorrogações de contratos celebrados com a administração pública, sem autorização em lei, no ato convocatório da licitação pública ou nos respectivos instrumentos contratuais; ou
 - g) manipular ou fraudar o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos celebrados com a administração pública;
- V - dificultar atividade de investigação ou fiscalização de órgãos, entidades ou agentes públicos, ou intervir em sua atuação, inclusive no âmbito das agências reguladoras e dos órgãos de fiscalização do sistema financeiro nacional.²³²

Considerando as infrações acima expostas tem-se como sanções correspondentes multas administrativas de até 20% (vinte por cento) do faturamento bruto do ano anterior ao ato de corrupção; possibilidade de extinção da empresa na via judicial; vedação de negócios com a Administração Pública por até cinco anos; inscrição da pessoa jurídica no Cnep – Cadastro Nacional de Empresas Punidas – e no Ceis – Cadastro de Empresas Inidôneas e Suspensas.²³³

Com isso, a ideia é que as empresas passassem a ter uma conduta mais ética, transparente e com controles internos rígidos para o combate a corrupção.²³⁴ Para que seja possível essa mudança de posicionamento da empresa é necessário se instituir uma Política de Compliance através de um programa efetivo com mecanismos internos adequados para a realidade de cada companhia.

²³² BRASIL. *Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm>. Acesso em: 27 jan. 2022.

²³³ LUCHIONE, Carlo Huberth.; CARNEIRO, Claudio. Compliance e Lei anticorrupção – importância de um programa de integridade no âmbito corporativo e setor público. In: PORTO, Vinicius; MARQUES, Jader. (org.). *O compliance como instrumento de prevenção e combate à corrupção*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017. p.84.

²³⁴ CREDIDIO, Guilherme Simões. O Compliance Empresarial como Ferramenta De Redução Da Corrupção Revista CEJ, Brasília, Ano XXII, n. 74, p. 85-90, jan./abr. 2018.p. 86-87.

Quase dois anos após a promulgação da lei nº 12.846/13 foi publicado o Decreto nº 8.420/15, o qual teve o condão de regular diversas questões da legislação principal. Entre estas questões está o conceito para o nosso ordenamento jurídico do que se entendia por programa de integridade, conforme previsto no artigo 41:

Art. 41. Para fins do disposto neste Decreto, programa de integridade consiste, no âmbito de uma pessoa jurídica, no conjunto de mecanismos e procedimentos internos de integridade, auditoria e incentivo à denúncia de irregularidades e na aplicação efetiva de códigos de ética e de conduta, políticas e diretrizes com objetivo de detectar e sanar desvios, fraudes, irregularidades e atos ilícitos praticados contra a administração pública, nacional ou estrangeira.

Parágrafo Único. O programa de integridade deve ser estruturado, aplicado e atualizado de acordo com as características e riscos atuais das atividades de cada pessoa jurídica, a qual por sua vez deve garantir o constante aprimoramento e adaptação do referido programa, visando garantir sua efetividade.²³⁵

Na visão de Carla Verissimo, o *compliance* possui um forte viés preventivo e reativo:

Visa a prevenção de infrações legais em geral assim como a prevenção dos riscos legais e reputacionais aos quais a empresa está sujeita, na hipótese de que essas infrações se concretizem. Além disso, impõe à empresa o dever de apurar as condutas ilícitas em geral, assim como as que violam as normas da empresa, além de adotar medidas corretivas e entregar os resultados de investigações internas às autoridades, quando for o caso.²³⁶

Quanto ao aspecto reativo, este se dá quando algum evento gera uma investigação, gestão do impacto do descumprimento de uma normativa ou da própria reputação da empresa.²³⁷

O *compliance* passou a ter uma proporção tão importante no cenário empresarial que foi objeto de regulamentação através da norma ISO 19.600:2014. A norma ISSO 19.600 fornece subsídios para as empresas a fim de criar, desenvolver, implementar e avaliar um sistema de Gestão de Conformidade baseado nos princípios de boa governança, proporcionalidade, transparência e sustentabilidade.²³⁸

²³⁵ BRASIL. *Decreto nº 8.420 de 18 de março de 2015*. Art. 41. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8420.htm. Acesso em 17 jan. 2022.

²³⁶ VERÍSSIMO, Carla. *Compliance: incentivo à adoção de medidas anticorrupção*. São Paulo: Saraiva, 2017.p. 91.

²³⁷ VERÍSSIMO, Carla. *Compliance: incentivo à adoção de medidas anticorrupção*. São Paulo: Saraiva, 2017.p. 92.

²³⁸ BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020. p. 128.

Em outro passo tem-se a norma ISO 37001:2016, a qual trata sobre questões de *compliance*, mas de forma mais específica os aspectos ligados a suborno, tendo uma série de requisitos obrigatórios para que determinada empresa seja certificada com este selo de cumprimento.²³⁹

Mais recentemente foi publicada a norma ISO 37.301:2021, a qual substitui a norma ISSO 19.600:2014. Esta nova diretriz é mais ampla do que a primeira, pois estipula um padrão para o programa de *compliance* e também estipula requisitos obrigatórios de cumprimento pelas companhias, a fim de avaliar uma possível certificação e reconhecimento no modelo disposto.²⁴⁰ A proposta estipulada na norma ISO 37.301:2021 é baseada no modelo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) com o intuito de fornecer uma estrutura de controle de processos e consolidada pela Figura 10:

Figura 10: Ciclo PDCA.



²³⁹ BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020. p. 130.

²⁴⁰ BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020. p. 130.

Fonte: ABNT NBR ISO 37.301:2021²⁴¹.

O compliance estabelecerá um padrão ético que cria uma obrigação da empresa aderente em cumpri-lo. Na visão de Ulrich Sieber, a obrigação ocorre em razão de o programa de compliance trazer diretrizes, regras e controles que previnem eventuais delitos e crimes como se fosse através de uma autorregulação regulada.²⁴² Na prática a autorregulação é vital “ para uma cultura de respeito à legalidade e à ética, uma vez que os incentivos para o cumprimento da lei passam a ser internos e desenvolvidos pela sociedade em lugar de serem externos e impostos pelo Estado”.²⁴³

Ingressando especificadamente no programa de compliance, este deverá ser adequado a realidade da empresa, ao seu porte, cultura, atividade, bem como mediante estabelecimento de políticas, Código de Ética, comitê específico, monitoramento e um treinamento constante para a propagação da cultura.²⁴⁴

Para que seja possível se vislumbrar um programa de integridade efetivo são estipulados 9 componentes primordiais: suporte da alta administração; avaliação de riscos; Código de Conduta e políticas de *compliance*; treinamento e comunicação; canais de denúncias; investigações internas; *due diligence*; monitoramento e auditoria e melhoria contínua.²⁴⁵ Destes itens, chama a atenção a necessidade de treinamento e comunicação interna, haja vista que de nada adianta um sistema complexo de diretrizes se as pessoas não tem conhecimento ou não são engajadas para difundir essa cultura nas companhias.

Importante ressaltar que o Decreto 8.420/15 ressalta quais os parâmetros que devem conter no programa de compliance caso este seja avaliada a responsabilidade administrativa de pessoa jurídica em processo administrativo:

²⁴¹ ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 37.301:2021. Sistemas de gestão de compliance - Requisitos com orientações para uso*. Brasília, 2021. Disponível em: < <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/13121/abnt-nbriso37301-sistemas-de-gestao-de-compliance-requisitos-com-orientacoes-para-uso>>, Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁴² SIEBER, Ulrich. Programas de 'compliance' en el derecho penal de la empresa. Una nueva concepción para controlar la criminalidad económica. Trad. Abanto Vásquez. In: ARROYO ZAPATERO, Luis; NIETO MARTÍN, Adán (Dir.). *El Derecho Penal Económico en la era Compliance*. Valencia: Tirant lo blach, 2013.

²⁴³ FRAZÃO, Ana. Programas de compliance e critérios de responsabilização de pessoas jurídicas por ilícitos administrativos. In: ROSSETTI, Maristela A.; PITTA, Andre G. *Governança corporativa: avanços e retrocessos*. São Paulo: Quartier Latin, 2017, p. 43-44.

²⁴⁴ RIBEIRO, Márcia Carla Pereira; DINIZ, Patrícia Dittrich Ferreira. Compliance e Lei Anticorrupção nas empresas. In: *Revista de Informação Legislativa*, ano 52 Número 205 jan./mar. 2015. Disponível em:< https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/52/205/ril_v52_n205_p87.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

²⁴⁵ SERPA, Alexandre. *Compliance Descomplicado: Um Guia Simples e Direto Sobre Programas de Compliance*. São Paulo: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. E-book.

Art. 42. Para fins do disposto no § 4º do art. 5º, o programa de integridade será avaliado, quanto a sua existência e aplicação, de acordo com os seguintes parâmetros:

I - comprometimento da alta direção da pessoa jurídica, incluídos os conselhos, evidenciado pelo apoio visível e inequívoco ao programa;

II - padrões de conduta, código de ética, políticas e procedimentos de integridade, aplicáveis a todos os empregados e administradores, independentemente de cargo ou função exercidos;

III - padrões de conduta, código de ética e políticas de integridade estendidas, quando necessário, a terceiros, tais como, fornecedores, prestadores de serviço, agentes intermediários e associados;

IV - treinamentos periódicos sobre o programa de integridade;

V - análise periódica de riscos para realizar adaptações necessárias ao programa de integridade;

VI - registros contábeis que reflitam de forma completa e precisa as transações da pessoa jurídica;

VII - controles internos que assegurem a pronta elaboração e confiabilidade de relatórios e demonstrações financeiros da pessoa jurídica;

VIII - procedimentos específicos para prevenir fraudes e ilícitos no âmbito de processos licitatórios, na execução de contratos administrativos ou em qualquer interação com o setor público, ainda que intermediada por terceiros, tal como pagamento de tributos, sujeição a fiscalizações, ou obtenção de autorizações, licenças, permissões e certidões;

IX - independência, estrutura e autoridade da instância interna responsável pela aplicação do programa de integridade e fiscalização de seu cumprimento;

X - canais de denúncia de irregularidades, abertos e amplamente divulgados a funcionários e terceiros, e de mecanismos destinados à proteção de denunciante de boa-fé;

XI - medidas disciplinares em caso de violação do programa de integridade;

XII - procedimentos que assegurem a pronta interrupção de irregularidades ou infrações detectadas e a tempestiva remediação dos danos gerados;

XIII - diligências apropriadas para contratação e, conforme o caso, supervisão, de terceiros, tais como, fornecedores, prestadores de serviço, agentes intermediários e associados;

XIV - verificação, durante os processos de fusões, aquisições e reestruturações societárias, do cometimento de irregularidades ou ilícitos ou da existência de vulnerabilidades nas pessoas jurídicas envolvidas;

XV - monitoramento contínuo do programa de integridade visando seu aperfeiçoamento na prevenção, detecção e combate à ocorrência dos atos lesivos previstos no art. 5º da Lei nº 12.846, de 2013 ; e

XVI - transparência da pessoa jurídica quanto a doações para candidatos e partidos políticos.²⁴⁶

No mesmo sentido, a Controladoria Geral da União recomenda que as empresas privadas possuam como base de seu programa de integridade, ao menos, cinco pilares, quais sejam, o comprometimento da alta direção; um setor responsável direto pela condução autônoma; gestão de riscos; regras e instrumentos internos

²⁴⁶ BRASIL. *Decreto nº 8.420 de 18 de março de 2015*. Art. 41. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8420.htm>. Acesso em 14 fev. 2022

definidos; constante monitoramento.²⁴⁷ O Programa de Integridade é baseado em 5 Pilares sob os quais se verifica na Figura 11:

Figura 11: 5 Pilares do Programa de Integridade.



Fonte: CGU²⁴⁸

A questão do comprometimento da alta direção da empresa diz respeito necessidade de que crie entre as pessoas, uma cultura ética e de integridade a fim de gerar valor positivo para a companhia na sociedade.²⁴⁹ A base de sustentação de um programa de compliance é o comprometimento efetivo da empresa:

Sem seriedade e efetiva intenção de conduzir negócios de forma ética, o programa está fadado ao fracasso. Na prática, tal comprometimento concretiza-se por meio do envolvimento da alta direção, recursos adequados e autonomia e independência do gestor do programa. Dito de outra forma, uma empresa não é uma pessoa tangível, ela é composta de pessoas e se estas minam ou contaminam a reputação da pessoa jurídica, este é um sinal claro que este programa de compliance falhou.²⁵⁰

²⁴⁷ CGU. Controladora Geral da União. *Programa de Integridade: Diretrizes para Empresas Privadas*. 2015. p. 6-7. Disponível em: <<https://www.cgu.gov.br/Publicacoes/etica-e-integridade/arquivos/programa-de-integridade-diretrizes-para-empresas-privadas.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2022.

²⁴⁸ CGU. Controladora Geral da União. *Programa de Integridade: Diretrizes para Empresas Privadas*. 2015. p. 7. Disponível em: <<https://www.cgu.gov.br/Publicacoes/etica-e-integridade/arquivos/programa-de-integridade-diretrizes-para-empresas-privadas.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2022.

²⁴⁹ CREDIDIO, Guilherme Simões. O Compliance Empresarial como Ferramenta De Redução Da Corrupção. *Revista CEJ*, Brasília, Ano XXII, n. 74, p. 85-90, jan./abr. 2018. p. 87.

²⁵⁰ BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020.p. 43.

De suma importância a transparência nas relações entre a empresa, através da gestão, com os principais atingidos, os seus empregados. O programa de conformidade deverá estabelecer essa política de transparência, a fim de que as orientações, as normas, os procedimentos e a integração com a política de integridade seja cumprida ao seu extremo. É importante que o *compliance* seja estruturado a partir da missão e dos valores da companhia, uma vez que influenciará em todas as áreas da empresa e do seu entorno, pois esse será um modelo do próprio negócio acarretando mudança em várias estratégias, estruturas organizacionais, políticas e processos operacionais.²⁵¹

A título ilustrativo, a Controladoria Geral da União em seu Guia de Implantação de Programa de Integridade nas Empresas Estatais cita exemplos de boas práticas relacionadas ao comprometimento da alta direção:

I – Aprovar, supervisionar e acompanhar o Programa de Integridade, garantindo que sejam aplicadas medidas disciplinares no caso de desvios em relação às normas internas de integridade;

II – Destinar recursos necessários para a estruturação e implementação do Programa de Integridade, disponibilizando o suporte adequado ao seu funcionamento;

III - Supervisionar o sistema de gestão de riscos da empresa, garantindo que sejam mapeados e mitigados riscos relativos à ocorrência de fraude e corrupção;

IV - Agir sempre no interesse público, de modo que a sociedade confie que os recursos geridos estejam sendo utilizados adequadamente no seu interesse;

V - Convencer a média direção da entidade da importância das medidas de integridade e de que sua implementação é uma prioridade para a empresa, criando mecanismos para encorajar e reforçar esse comprometimento em todos os níveis; e

VI - Agir de acordo com padrões de comportamento, baseados nos valores e princípios constitucionais, legais e institucionais e no código de ética e conduta adotado, servindo de exemplo para todos.²⁵²

O *compliance*, hoje em dia, é visto como uma área estratégica e é aplicável a todos os tipos de companhias, haja vista que o mercado passou a exigir dos atores atuantes condutas legais e éticas por parte das empresas, com o intuito de que a

²⁵¹ COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 18-19.

²⁵² CGU. Controladora Geral da União. *Guia de Implantação de Programa de Integridade nas Empresas Estatais: Orientações para a Gestão da Integridade nas Empresas Estatais Federais*. 2015, p. 20. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/integridade/arquivos/guia_estatais_final.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

lucratividade ocorra de modo sustentável e a partir do desenvolvimento econômico e socioambiental.²⁵³

Importante ressaltar que não existe um modelo autoaplicável de programa de compliance, pois diversos aspectos deverão ser considerados para a sua formação, quais sejam: realidade da organização; a sua cultura; tamanho; setor de atuação; local de operação; tipo de atividade desenvolvida e as suas circunstâncias específicas.²⁵⁴

Uma das bases do programa de integridade é o Código de Ética ou Conduta, o qual pode ser delimitado como:

Trata-se de documento com duplo sentido, de um lado declaratório, com o objetivo de divulgar os valores e princípios da organização e legitimar a sua atividade, e de outro lado vinculativo, com o objetivo de regular de forma obrigatória a conduta da organização e das pessoas que fazem parte desta. O código de ética ou conduta deve estabelecer os valores da organização em sintonia com a sua visão e a sua missão, refletindo a sua cultura e sua filosofia de atuação, em suma, a personalidade da organização.²⁵⁵

O Código de Conduta será o guia para toda e qualquer questão interna da empresa em compliance, além de constar os princípios e valores morais da companhia.²⁵⁶

Uma empresa transnacional, por exemplo, deverá seguir a legislação nacional e também diretrizes provenientes de organismos internacionais como é o caso da Organização Internacional do Trabalho.²⁵⁷ Desse modo, uma empresa transnacional deve ter como base no seu Código de Ética ou Conduta a Convenção no. 111 da Organização Internacional do Trabalho, o qual veda toda e qualquer possibilidade de discriminação no ambiente de trabalho.²⁵⁸ Os direitos de liberdade, os direitos sociais, o direito fundamental à defesa do meio ambiente e os direitos provenientes das relações de trabalho devem ser considerados pelas organizações, seja no programa de *compliance* de modo geral ou no Código de Ética ou Conduta, pois uma

²⁵³ RIBEIRO, Marcia Carla Pereira; DINIZ, Patrícia Dittrich Ferreira. Compliance e Lei Anticorrupção nas Empresas. *Revista de Informação Legislativa – RIL*, ano 53, n. 205, jan./mar. 2015, p. 88.

²⁵⁴ COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 20.

²⁵⁵ COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 84.

²⁵⁶ NEVES, Edmo Colnaghi. *Compliance Empresarial - o tom da liderança*. 1. Ed. São Paulo: Trevisan, 2018. p. 38-39.

²⁵⁷ COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 85.

²⁵⁸ BRASIL. *Decreto no. 62.150 de 19 de janeiro de 1968*. Promulga a Convenção nº 111 da OIT sobre discriminação em matéria de emprego e profissão. Brasília: Senador Federal, 1968.

companhia para ser considerada ética e socialmente responsável deve propagar essa cultura em seus mecanismos, instrumentos e nas relações empresariais.²⁵⁹

Veja-se que os Códigos de Conduta são normas produzidas pela organização e pode obrigar, inclusive, os seus parceiros comerciais a seguirem tais condutas, uma vez que os códigos possuem mecanismos de monitoramento revestidos de juridicidade, pois descrevem uma conduta típica a ser observada e se baliza como uma espécie de lei interna.²⁶⁰ Os programas de *compliance* e os códigos de conduta interagem com os sistemas tradicionais do direito e com atores privados de origem não estatal, de modo que as empresas constituem, na prática, um subsistema jurídico único.²⁶¹

No caso da realidade da legislação brasileira, para que o Código de Conduta se alinhe aos preceitos da Lei 12.846/13 ele deverá conter: a) princípios e valores adotados pela empresa; b) políticas para prevenir fraudes e ilícitos com órgãos públicos; c) previsão de medidas disciplinares para casos de descumprimentos das políticas da companhia; d) existência de canais de denúncias sobre questões de integridade.²⁶²

Outro ponto importante de um programa de integridade é a forma como as informações de compliance serão difundidas internamente. Por essa razão a comunicação e os treinamentos são fatores relevantes para a criação de uma cultura empresarial de compliance.:

E isso somente será possível com a ampla divulgação das normas internas desenvolvidas pelo programa, por meio de desenvolvimento de ações de comunicação e da realização de treinamentos periódicos acerca da nova cultura. Sabemos que é da natureza humana demonstrar, inicialmente, resistência a mudanças, principalmente quando isso envolve a transformação de hábitos e de comportamentos já arraigados. Por isso a realização de treinamentos se faz necessária para garantir que todos os envolvidos com o programa de *compliance* entendam as diretrizes implantadas pelo sistema.²⁶³

²⁵⁹ COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010. p. 32.

²⁶⁰ FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015, p. 410.

²⁶¹ FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015, p. 410.

²⁶² BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020. p. 57.

²⁶³ JÚNIOR, Francisco de Assis do Rego Monteiro Rocha. GIZZI, Guilherme Frederico Tobias de Bueno. *Fraudes Corporativas e Programas de Compliance*. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2018.p. 156.

De mais a mais, a comunicação interna estabelecerá um processo de mudança cultural com a propagação periódica da informação sobre a missão, valores, código de conduta, políticas e procedimentos, de modo a se criar uma rotina de aproximação das pessoas aos temas dispostos nestes instrumentos.²⁶⁴

Por fim, um programa de integridade deverá dispor de um canal de denúncia em que se apurará eventuais transgressões aos preceitos das políticas e procedimentos empresariais, podendo ao fim, aplicar medidas disciplinares aos eventuais responsáveis por descumprir as normativas da companhia.

Uma questão disposta no programa de integridade será importante para o sucesso deste nas empresas com atividades nanotecnológicas, qual seja, um modelo de gestão de riscos efetivo para ser o alicerce dos trabalhos e da exposição aos nanomateriais e nanopartículas. Portanto, necessário o estudo da Gestão de Riscos no meio ambiente de trabalho em que se trabalha com nanotecnologias, sendo este objeto do próximo tópico.

4.2 A Gestão de Riscos no meio ambiente de trabalho nanotecnológico.

Considerando os riscos existentes nas nanotecnologias, uma visão que se apresenta é a necessidade de um modelo de Gestão dos Riscos no meio ambiente de trabalho. Antes de ingressar no debate acerca da aplicabilidade prática deste sistema, resta importante delimitar o que é um modelo de Gestão de Riscos. Um conceito de Gestão de Riscos aceito na doutrina especializada prevê que este:

É um processo conduzido em uma organização pelo conselho de administração, diretoria e demais empregados, aplicado no estabelecimento de estratégias, formuladas para identificar em toda a organização eventos em potencial, capazes de afetá-la, e administrar os riscos de modo a mantê-los compatível com o apetite a risco da organização e possibilitar garantia razoável do cumprimento dos seus objetivos.²⁶⁵

No trabalho desenvolvido pela COSO ERM se prevê a estrutura do gerenciamento de risco através dos seguintes pilares estipulados no denominado Cubo do Coso e consignado na Figura 12:

²⁶⁴ NEVES, Edmo Colnaghi. *Compliance Empresarial - o tom da liderança*. 1. Ed. São Paulo: Trevisan, 2018. p. 62-63.

²⁶⁵ COSO ERM. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission Enterprise Risk Management. *Gerenciamento de Riscos Corporativos*. Estrutura Integrada, 2004.

Figura 12: Cubo do Coso.



Fonte: COSO ERM.²⁶⁶

Ainda, preliminarmente, resta necessário a caracterização do que se entende por meio ambiente de trabalho, nas palavras de Ney Maranhão:

[...] *meio ambiente de trabalho* é a resultante da interação sistêmica de fatores naturais, técnicos e psicológicos ligados às condições de trabalho, à organização do trabalho e às relações interpessoais que condicionam a segurança e a saúde física e mental do ser humano exposto a qualquer contexto *jurídico-laborativo*.

Colocada em tais termos, nossa proposta visa a se alinhar com os alicerces teóricos até aqui firmados, em especial porque: (i) descreve não o ambiente, mas o meio ambiente, desconectando-se de qualquer viés físico-geográfico; (ii) expressa um foco *sistêmico* do ente ambiental, incorporando a dinamicidade que lhe é inerente; (iii) conjuga fatores *naturais* e *humanos*, apartando-se de tônicas exclusivamente ecológicas; (iv) expõe com clareza todos os *fatores de risco labor-ambientais* (condições de trabalho, organização do trabalho e relações interpessoais), viabilizando maior amplitude na avaliação jusambiental da higidez do meio ambiente de trabalho; (v) centra sua estruturação em perspectiva *humanista*, na medida em que construída em torno da qualidade de vida do ser humano que dá cumprimento ao seu mister laboral, inclusive no que respeita à sua saúde mental; (vi) alcança o ser humano em *qualquer condição jurídico-laborativa*, ou seja, independentemente da existência do fenômeno hierárquico-subordinativo; (vii) açambarca a legítima proteção jurídica da qualidade da vida humana situada no *entorno* do ambiente de trabalho, também exposta, ainda que indiretamente, à agressiva propagação sistêmica de possíveis nocividades labor-ambientais.²⁶⁷

Na mesma linha, Guilherme Guimarães Feliciano aduz a respeito do conceito de meio ambiente de trabalho como:

[...] o meio ambiente do trabalho (partindo da descrição legal do art. 3º, I, da Lei n. 6.938/81): é o conjunto (= sistema) de condições, leis, influências e

²⁶⁶ COSO ERM. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission Enterprise Risk Management. *Gerenciamento de Riscos Corporativos*. Estrutura Integrada, 2004.

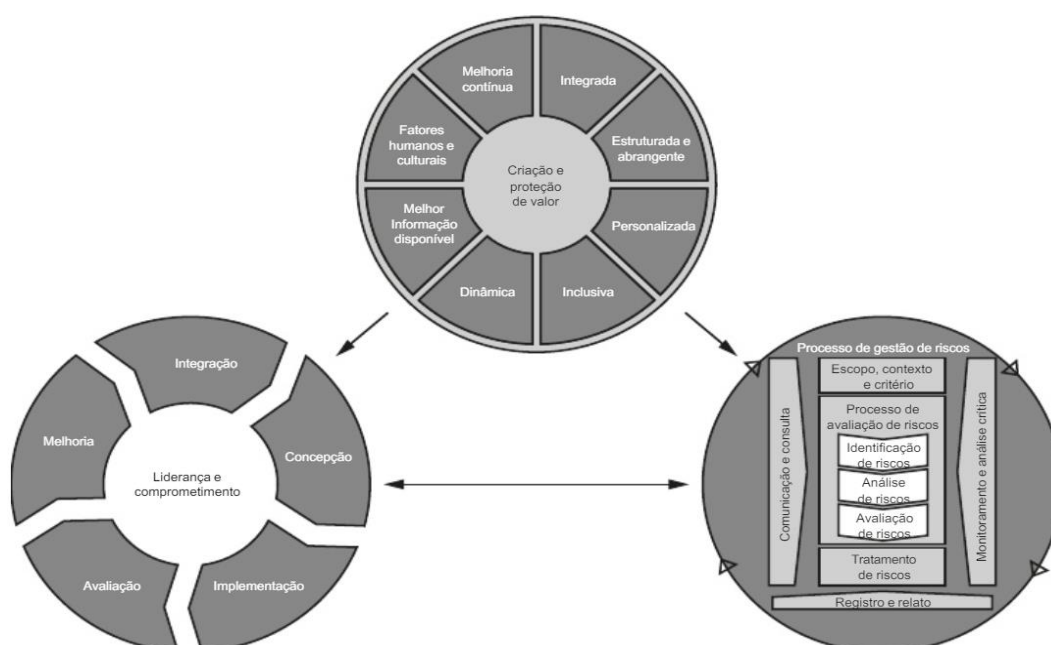
²⁶⁷ MARANHÃO, Ney. Meio ambiente do trabalho: descrição jurídico-conceitual. *Revista Ltr. legislação do trabalho*, São Paulo, v. 80, n. 4, abril 2016, p.430.

interações de ordem física, química, biológica e psicológica que incidem sobre o homem em sua atividade laboral, esteja ou não submetido ao poder hierárquico de outrem.²⁶⁸

Portanto, para a doutrina atual o meio ambiente de trabalho se afasta da ideia de ser apenas o local de trabalho para ser reconhecido como aquele estruturado a partir das condições de trabalho, da organização do trabalho e das relações interpessoais alicerçado na dignidade humana do trabalhador.²⁶⁹

Para lidar com esse risco, principalmente um eventual risco desconhecido, de suma importância a transparência nas relações entre a empresa, através da gestão, com os principais atingidos, os seus empregados. Uma base da gestão de riscos deverá estabelecer essa política de transparência, a fim de que as orientações, as normas, os procedimentos e a integração com a política de integridade seja cumprida ao seu extremo. No Brasil, a NBR ISO 31.000:2018 trata a respeito da Gestão de Riscos estipulando uma série de diretrizes a serem seguidas no gerenciamento deste risco, de forma organizar e estabelecer estratégias para a tomada de decisão nas companhias. A base do sistema de Gestão de Riscos parte das premissas estipuladas na Figura 13:

Figura 13: Sistema de Gestão de Riscos.



²⁶⁸ FELICIANO, Guilherme Guimarães. O meio ambiente do trabalho e a responsabilidade civil patronal: reconhecendo a danosidade sistêmica. In: *Direito ambiental do trabalho*. Apontamentos para uma teoria geral. Saúde, ambiente e trabalho: novos rumos da regulamentação jurídica do trabalho. Guilherme Guimarães Feliciano, João Urias (coord.). São Paulo : LTr, 2013. p.13.

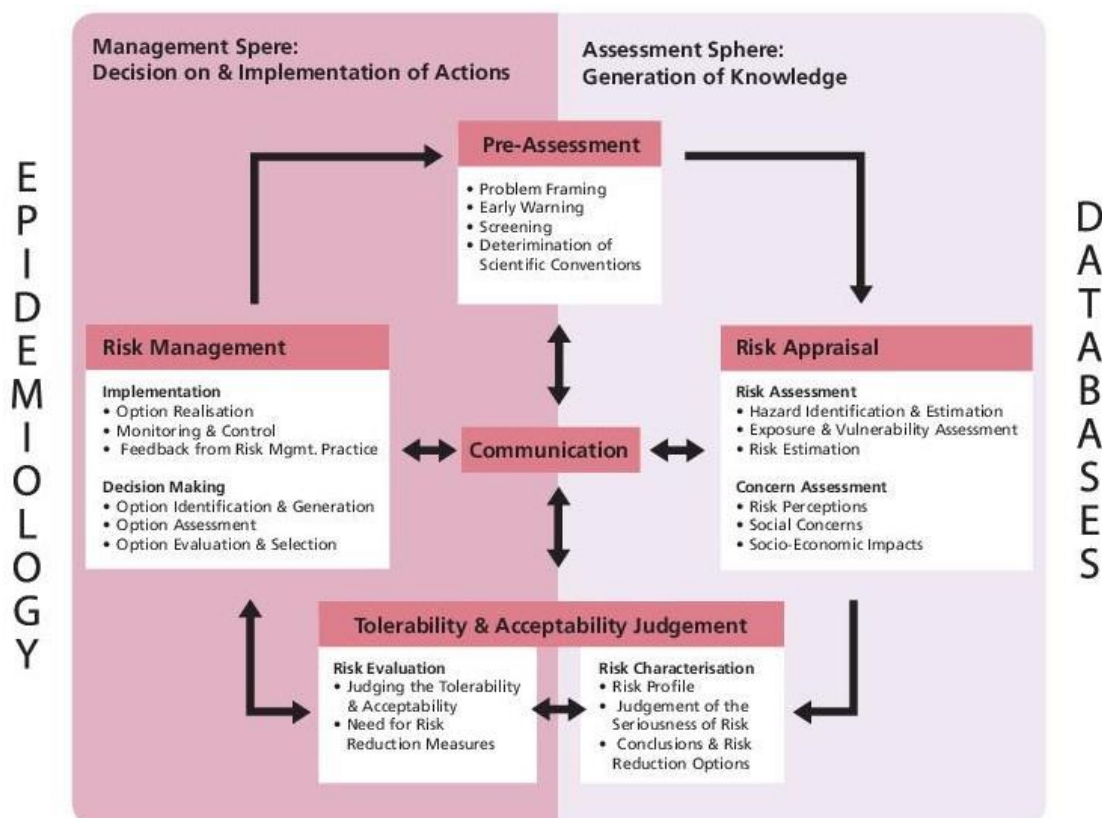
²⁶⁹ MARANHÃO, Ney. Poluição Labor-Ambiental: Aportes Jurídicos Gerais. *Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico*, v. 12, n. 70, Fev-Mar/2017. p. 31-33.

Fonte ABNT.²⁷⁰

O modelo proposto pela norma ISO 31.000:2018 pressupõe uma integração de medidas e atividades coordenadas para uma gestão do risco. Todo o processo de gestão prevê que se tenha elementos para a identificação, análise, avaliação e tratamento do risco.²⁷¹

Já o *Finnish Institute of Occupational Health* criou uma série de sistemáticas para a pré-avaliação, avaliação do risco, tolerabilidade e aceitação do julgamento, com a finalidade de se realizar a gestão do risco²⁷², modelo este expresso na Figura 14.

Figura 14: Gestão de Riscos.



²⁷⁰ ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 31000:2018 – Gestão de Riscos – Diretrizes*, 2018. p. 3. Disponível em: <<http://iso31000.net/norma-iso-31000-de-gestao-de-riscos>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁷¹ ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 31000:2018 – Gestão de Riscos – Diretrizes*, 2018. p. 15-17. Disponível em: <<http://iso31000.net/norma-iso-31000-de-gestao-de-riscos>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁷² SAVOLAINEN, Kai. (et. al) *Nanosafety in Europe 2015-2025: Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations*. Finnish Institute of Occupational Health [s.l.], 2013. p. 176-179. Disponível em: <www.ttl.fi/en/publications/electronic_publications/pages/default.aspx>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Fonte: Finnish Institute of Occupational Health.²⁷³

Veja-se que a base da gestão de risco proposta pelo *Finnish Institute of Occupational Health* é a comunicação e a integração entre os passos que levarão a tomada das decisões. Tal questão somente corrobora a necessidade de transparência no progresso da gestão do risco nanotecnológico.

O *ICTA - International Center for Technology Assessment* elenca uma série de princípios básicos necessários para a regulação de atividades com nanomateriais, tais quais: 1) princípio da precaução, 2) regulação *nano* específica compulsória, 3) saúde e segurança do público e dos trabalhadores, 4) proteção ambiental; 5) transparência, 6) participação do público, 7) inclusão de amplos impactos e, 8) responsabilidade do produtor.²⁷⁴ Estes princípios básicos podem ser os alicerces para um Programa de Gestão de Riscos nos Ambientes Nanotecnológicos.

A questão sempre presente nas discussões em torno do risco, da gestão e das nanotecnologias é que toda decisão ou processo de tomada de decisão gerará um risco, pois não há conduta isenta de risco e não se deve crer que um maior número de investigações possa neutralizá-lo em favor de um maior nível de segurança.²⁷⁵

A precaução e a gestão de riscos devem caminhar juntas, pois a primeira estipulará medidas ativas buscando mitigar ou reduzir os efeitos nocivos, de modo que as relações jurídicas consigam se conectar com a inovação.²⁷⁶ Ainda, o princípio da precaução também auxiliará a gestão de riscos a partir de 4 elementos estabelecidos por Vasco Barroso Gonçalves: 1) Tratamento amplo da informação e do conhecimento; 2) Integração de múltiplos valores no processo de decisão; 3) Maior democraticidade da decisão; 4) Definição de um intervalo de soluções; 5) Utilização de um quadro comum de procedimentos.²⁷⁷

²⁷³ SAVOLAINEN, Kai. (et. al) *Nanosafety in Europe 2015-2025: Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations*. Finnish Institute of Occupational Health [s.l.], 2013, p. 178. Disponível em: <www.ttl.fi/en/publications/electronic_publications/pages/default.aspx>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁷⁴ ICTA. International Center for Technology Assessment (ICTA). *Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*, 2007, p. 3. Disponível em: <http://www.icta.org/files/2012/04/080112_ICTA_rev1.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁷⁵ LUHMANN, Niklas. El concepto de riesgo. In: BERIAIN, Josetxo (comp.). *Las consecuencias perversas de la modernidad*. 3. Ed. Barcelona: Anthropos, 2011. p. 149-150.

²⁷⁶ ENGELMANN, Wilson. Os desafios jurídicos da aplicação do princípio da precaução. *Revista dos Tribunais*, v. 981, ano 106. São Paulo: Editora RT, julho de 2017. p. 400.

²⁷⁷ GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 129-

No que diz respeito ao tratamento amplo da informação e do conhecimento tem-se que são necessárias análises dos mais diversos aspectos e modelos condizentes com situações de incerteza a fim de suprir ausência de regulação e de dados mais concretos.²⁷⁸ Em um segundo ponto, a integração de múltiplos valores do processo de tomada de decisão diz respeito a necessidade de se ponderar diversos fatores e interesses, inclusive aqueles divergentes, com o intuito de identificar medidas proporcionadas pelos riscos e suas potenciais consequências.²⁷⁹ Quanto a democraticidade da decisão é vital a publicização dos riscos e a pluralidade de opiniões nos processos de discussão, inclusive com debates públicos e utilização de pesquisa científica.²⁸⁰ A título ilustrativo, no Brasil, as audiências públicas são um meio interessante de debate público do tema das nanotecnologias, pois poderiam agrupar em um único espaço de discussão empresários, trabalhadores, pesquisadores, entre outros interessados no mundo *nanotech*. Da mesma forma, seria prudente que se utilizasse um conjunto de medidas como meio de soluções em detrimento a um critério único.²⁸¹

Por fim, o autor sugere que seja definido um quadro de procedimentos, a qual se teria uma [...] “avaliação do risco e da incerteza, dos custos e benefícios em causa e da sua repartição pela população, e do comportamento dos atores e o seu impacto possível sobre o risco e sobre as ações implementadas para o prevenir”.²⁸²

Para o desenvolvimento desta avaliação qualitativa uma possibilidade seria a adoção do método de controle por faixas ou bandas.²⁸³ A técnica de Controle de

131. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

²⁷⁸ GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 129. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁷⁹ GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 129. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸⁰ GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 130. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸¹ GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 130. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸² GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013, p. 130-131. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸³ FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. p. 5. Disponível em:

Bandas (*Control Banding*) utiliza os níveis de risco delimitados através de faixas, em função da exposição e perigo, de modo que se terá ações pontuais e específicas a serem direcionadas para cada faixa de controle do risco e de seus eventuais impactos. Com isso, tais ferramentas podem ser associados a conjuntos de ações para gerir o risco.²⁸⁴ Além disso, o *Control Banding* permite a avaliação do patamar de segurança dos nanomateriais a partir dos elementos físico-químicos destes, de suas propriedades, formas de utilização, base de materiais e risco ocupacional.²⁸⁵

Uma hipótese de modelo a ser adotado poderia ser o S-SST/Labnano, criado por Luís Renato de Andrade sob a orientação de Fernando Gonçalves Amaral. Este contém uma [...] "classificação das atividades em função do perigo intrínseco das nanopartículas e da frequência com que as estas são manipuladas, permitindo uma avaliação qualitativa do grau de risco envolvido no trato destas nanopartículas".²⁸⁶ Com isso se criou um sistema de escore de perigo, uma determinação de escore de exposição, uma matriz de risco e ações gerais conforme o enquadramento do grau de risco.²⁸⁷

No Quadro 4 abaixo tem-se a determinação de escore de perigo, a qual é estabelecida por um questionário simples com respostas positivas ou negativas e que geram uma pontuação e um resultado de acordo com a conclusão.

Quadro 4: Escore de perigo.

<<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸⁴ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves; WAISSMANN, William. Análise de propostas de gestão de riscos em ambientes com atividades envolvendo nanomateriais, *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, 2013; 1(4), p. 27. Disponível em: <<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/63/99>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸⁵ OLIVEIRA, André Luiz Meira de; BERTI, Leandro Antunes; ROLT, Carlos Roberto de. *Nanossegurança na prática: um guia para análise da segurança de empresas, laboratórios e consumidores que utilizam a nanotecnologia*. Florianópolis: Fundação Certi, 2017. p. 76.

²⁸⁶ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnano)*. p. 30. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸⁷ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnano)*. p. 30-32. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Questão	Resposta	Ação	Resultado
Há dados conclusivos sobre a segurança do nanomaterial?	SIM	0	
	NAO	+1	
Os nano-objetos são fibrosos ou contém uma dimensão preponderante?	SIM	+1	
	NAO	-1	
O material contém nanopartículas solúveis ou lábeis?	SIM	+1	
	NAO	-1	
O nanomaterial contém elementos potencialmente cancerígenos ou mutagênicos	SIM	+1	
	NAO	-1	
Soma dos resultados obtidos			

Fonte ANDRADE; AMARAL.²⁸⁸

Seguindo nesta questão, no Quadro 5 abaixo tem-se a determinação de escore de exposição com questionamentos acerca de frequência e periodicidade e com respostas de alta, média e baixa medida de exposição, a qual gera uma pontuação e um resultado a ser somado aos demais itens.

Quadro 5: Escore de exposição.

Questão	Resposta	Ação	Resultado
A frequência do uso dos nanomateriais é: alta=mais de uma vez por semana; média= 1 vez por mês; baixa=menos de 1 vez por mês.	ALTA	+1	
	MEDIA	0	
	BAIXA	-1	
As quantidades usadas são grandes	SIM	+1	
	NAO	0	
Os nanomateriais estão livres (isto é, não fazem parte de uma matriz sólida ou líquida)	SIM	+1	
	NAO	-1	
Os nanomateriais são manipulados na forma de nanopós	SIM	+1	
	NAO	-1	
Há possibilidade de dispersão das nanopartículas no ar (típicas em operações de corte ou cominuição)	SIM	+1	
	NAO	-1	
Soma dos resultados obtidos			

Fonte: ANDRADE; AMARAL.²⁸⁹

Posteriormente, com a soma dos resultados alcançados na tabela de escore de exposição e de perigo, estes são enquadrados conforme a matriz de risco que segue abaixo prevista no Quadro 6:

²⁸⁸ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnno)*. p. 30. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁸⁹ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnno)*. p. 31. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Quadro 6: Matriz de risco.

Exposição \ Perigo		Escore de perigo		
		Atenuado (negativo)	Neutro (zero)	Agravado (positivo)
Escore de exposição	Atenuado (negativo)	Grupo de risco I	Grupo de risco I	Grupo de risco II
	Neutro (zero)	Grupo de risco I	Grupo de risco II	Grupo de risco III
	Agravado (positivo)	Grupo de risco II	Grupo de risco III	Grupo de risco III

Fonte: ANDRADE; AMARAL.²⁹⁰

Ao fim do modelo criado pelos autores são elencadas recomendações para cada grupo de risco conforme os resultados obtidos, bem como com estipulações de medidas preventivas para os trabalhadores expostos aos nanomateriais, como visualizado no Quadro 7:

Quadro 7: Ações gerais em função do grupo de risco.

Grupo de risco I	Grupo de risco II	Grupo de risco III
<p>Capela de exaustão ou recirculação com filtragem HEPA (<i>High Efficiency Particulate Air</i>). Acesso controlado por avisos e normas internas. As tarefas poderão ser executadas fora do horário por uma única pessoa desde que haja a comunicação do fato. Outras ações ou modificações definidas pelo conjunto dos envolvidos.</p>	<p>Capela de exaustão com filtragem HEPA (<i>High Efficiency Particulate Air</i>). Acesso controlado por meio de documentação. As tarefas poderão ser executadas fora do horário normal de trabalho por no mínimo 2 pessoas. Outras ações ou modificações definidas pelo conjunto dos envolvidos.</p>	<p>Capacitação deve ser atualizada no mínimo anualmente, ou sempre que houver mudança nas atividades. Deve ser utilizado sistema fechado. Preferencialmente adotar controle eletrônico de acesso. Não deve ser permitida a execução de tarefas fora do horário normal de trabalho. Deve ser fornecido serviço de lavanderia. Outras ações ou modificações definidas pelo conjunto dos envolvidos.</p>

Fonte: ANDRADE; AMARAL.²⁹¹

Um desafio que se apresenta para qualquer gerenciamento de riscos que se propõe para as empresas de nanotecnologias é que os materiais utilizados possuem especificidades distintas dependendo da escala nanométrica e da quantidade que ele é manuseado no processo industrial. Com isso, se torna mais difícil estabelecer limites

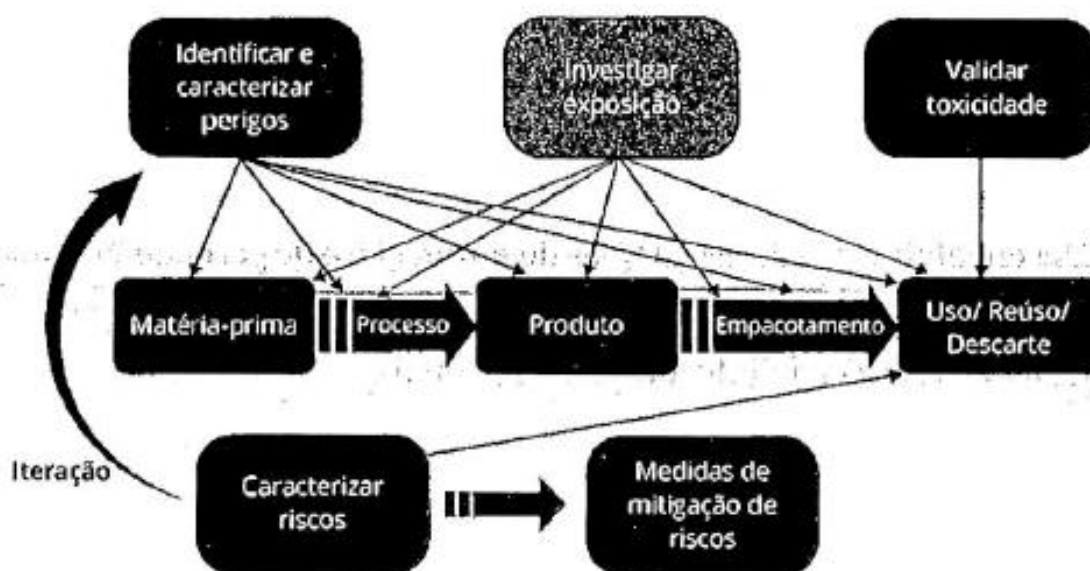
²⁹⁰ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnano)*. p. 31. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁹¹ ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnano)*. p. 32. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022

de exposição dos nanomateriais, pois as recomendações teriam variações em relação ao mesmo produto manuseado e resultados diferentes nas medições efetuadas.²⁹²

Uma outra metodologia que poderia ser utilizada ocorre a partir do *framework* Nano LCRA, a qual avalia a análise de risco de todo o ciclo de vida dos nanomateriais em conjunto com o controle de faixas com uma adaptação completa do meio ambiente e em uma abordagem proativa da segurança e dos riscos envolvidos em todo o processo.²⁹³ Neste cenário, ocorre o chamado gerenciamento adaptativo que faz com que a cada nova informação a tomada de decisão poderá ter atualizações e envolverá ações corretivas e protetivas dos riscos identificados²⁹⁴, visão da Figura 15:

Figura 15: Nano LCRA framework.



Fonte: SHATKIN²⁹⁵.

O NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health publicou limites de exposição recomendados para nanomateriais como dióxido de titânio (TiO₂), nanotubos de carbono (CNTs) e nanofibras de carbono (CNFs). A dosagem de 2.4

²⁹² FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. p. 3-4. Disponível em:

<<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022

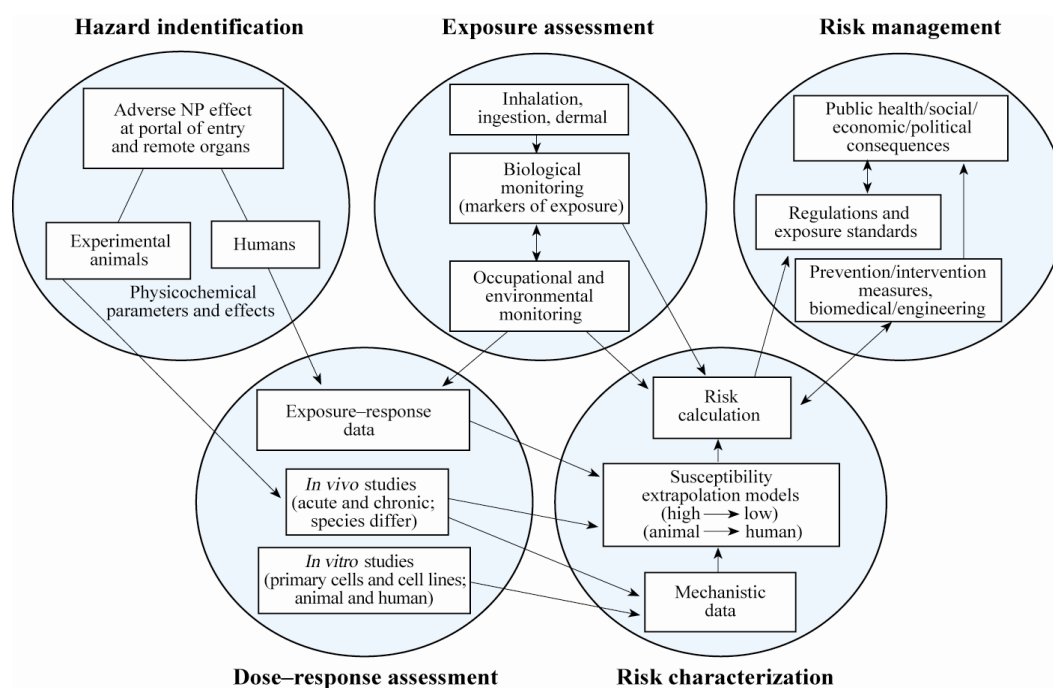
²⁹³ SHATKIN, Jo Anne. *Nanotechnology. Health and Environmental Risks*. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 155.

²⁹⁴ BERTI, Leandro Antunes; PORTO, Luismar Marques. *Nanossegurança: guia de boas práticas em nanotecnologia para a fabricação e laboratórios*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. p. 157.

²⁹⁵ SHATKIN, Jo Anne. *Nanotechnology. Health and Environmental Risks*. Boca Raton: CRC Press, 2008. p. 155.

mg/m³ de dióxido de titânio é o limite para uma jornada de 10 horas por dia e 40 horas por semana. Da mesma forma, a exposição de nanotubos de carbono e nanofibras de carbono devem ter patamar abaixo de 1 µg/m³.²⁹⁶ A preocupação com essa exposição é alarmante já que foram divulgadas recomendações específicas referentes às exposições com inalação de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT). Nessa pesquisa, o estudo realizado com camundongos sugere que a exposição destes por inalação de nanotubos de carbono potencializou em 90% (noventa por cento) um eventual câncer. Por essa razão, cada vez mais as pesquisas são aprofundadas com tentativas de estabelecer recomendações e estratégias para a medição de trabalhadores expostos nanomateriais, como, por exemplo, para a inalação com nanotubos, com a finalidade de criar padrões de vigilância médica aos empregados expostos.²⁹⁷ O modelo abaixo disposto na Figura 16 pode ser eficiente de espelho e base para o desenvolvimento de gestão de riscos, nos termos delimitados pelo NIOSH, com o propósito de minimizar os riscos no ambiente de trabalho da exposição a nanopartículas:

Figura 16: Gestão de riscos.



²⁹⁶ EASTLAKE, A. C.; BEAUCHAM, Catherine; MARTINEZ, Kenneth F.; DAHM, Matthew M.; SPARKS, Christopher; HODSON, Laura L.; GERACI, Charles L. *Refinement of the Nanoparticle Emission Assessment Technique into the Nanomaterial Exposure Assessment Technique (NEAT 2.0)*. J Occup Environ Hyg. Sep; 13(9): 708–717. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4956539/>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

²⁹⁷ NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health Current. *Intelligence Bulletin 65*. Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers, April 2013. p. 51-52. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/pdfs/2013-145.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Fonte: VASHIST.²⁹⁸

Um modelo de Gestão de Riscos nas empresas *nanotech* possui diversas variações. No entanto, é possível e necessário estabelecer etapas básicas. Um dos objetivos específicos deste estudo é o desenvolvimento preliminar de um modelo de gestão de riscos para empresas que exploram atividades com nanotecnologia, de modo que se propõe o presente programa de Gestão de Riscos.

Em primeiro plano, a coleta de informações é parte vital de um programa de gerenciamento de risco, pois é a partir deste que se torna viável caracterizar um panorama geral para as próximas etapas. Essa primeira etapa consistiria em estabelecer os nanomateriais de exposição, os setores e/ou trabalhadores que estão expostos a estes, as medidas preventivas básicas utilizadas, além dos riscos conhecidos.

Em um segundo momento, se apresenta como necessário um estudo mais aprofundado acerca dos nanomateriais expostos e a revisão das pesquisas internas e externas quanto aos níveis e formas de exposição. Nesta fase é imprescindível se delimitar quais os meios que podem gerar contaminação sejam através de inalação, contato com a pele, ingestão ou qualquer outra. Finalizada essa etapa será possível criar um padrão de Equipamentos de Proteção Individual e Equipamentos de Proteção Coletiva que deverão ser alocados para prevenir uma exposição obreira.

Com a premissa de transparência e informação, um bom gerenciamento de risco deverá publicizar a frequência de medição e os resultados destas para que todos os trabalhadores tenham ciência dos níveis de exposição. Ao fim, a gestão dos riscos se proporá a gerir um controle de patologias nos empregados com níveis de exposição aos nanomateriais a fim de diagnosticar quaisquer doenças que podem ser provenientes do trabalho nano, uma vez que existem incertezas e riscos desconhecidos. Também avaliará os resultados para possíveis revisões das ferramentas, eis que novas informações surgirão e poderão ensejar a revisão do processo.

Além disso, se atuará em treinamentos para sensibilização e conscientização de todos os trabalhadores dos riscos presentes e da necessidade de informação de

²⁹⁸ VASHIST, Sandeep Kumar. Advances in Nanotechnology and the Future Prospects. In: ISALÂMA, N. *Nanotechnology: Recent Trends, Emerging Issues and Future Directions*. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2014. (Nanotechnology Science and Technology). p. 55.

riscos incertos. Essa última etapa usa o princípio da precaução como base, eis que atua de forma ativa escolhendo opções e alternativas para mitigar os riscos em potencial.²⁹⁹

Os treinamentos ocorrerão de forma constante, eis que irão desde a forma correta de uso dos equipamentos de proteção individuais e coletivos até informações sobre a exposição dos nanomateriais, procedimentos de prevenção na prestação de serviços, esclarecimentos sobre efeitos e possíveis patologias ocupacionais. Cabe ressaltar, inclusive, que os treinamentos constituem um elemento importante para a empresa como empregadora, uma vez caberá a esta fiscalizar e exigir o uso dos EPI's e a adoção das medidas de prevenção estabelecidas nas suas normas internas.

Uma questão que seria interessante é a adoção de materiais com linguagem acessível para que os trabalhadores tenham de forma mais objetiva noção dos efeitos das nanotecnologias no dia a dia de trabalho. Um meio de fácil entendimento poderia ser o uso de Histórias de Quadrinhos, tais como as produzidas pela FUNDACENTRO na série Nanotecnologia em Quadrinhos em que se discute os possíveis impactos destas novas tecnologias à saúde e ao meio ambiente.³⁰⁰

Outra forma de fácil propagação de informação são as cartilhas elucidativas de pontos sensíveis e com orientações sobre como os trabalhadores e as empresas devem se portar diante das questões ligadas as nanotecnologias.³⁰¹

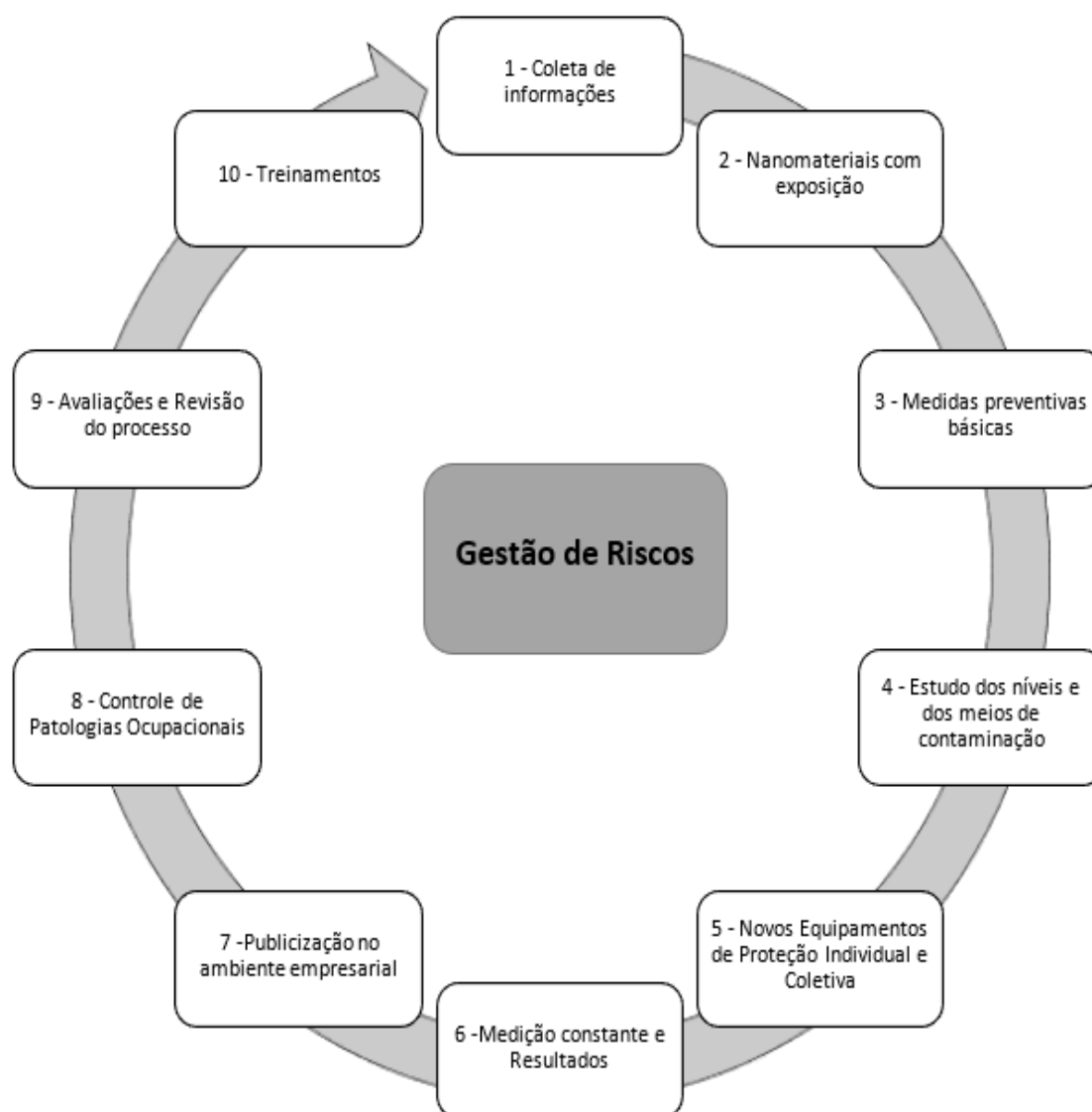
Assim, a partir do modelo acima proposto o fluxograma das atividades ocorreria da seguinte forma prevista na Figura 17:

Figura 17: Framework Gestão de Riscos.

²⁹⁹ STEBBING, Margaret. Avoiding the Trust Deficit: Public Engagement, Values, the Precautionary Principle and the Future of Nanotechnology. *Journal of Bioethical Inquiry* 6, 37-48. 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11673-009-9142-9>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁰⁰ FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho. *Série Nanotecnologias em Quadrinhos*. Disponível em: http://biblioteca.fundacentro.gov.br/primeiro-explora/fulldisplay?docid=fjd_bibdig000053962&context=L&vid=FJD&lang=pt_BR&search_scope=Pesquisa%20Geral&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=default_tab&query=any,contains,Hist%C3%B3rias%20em%20quadrinhos&offset=0 Acesso em: 28 fev. 2022.

³⁰¹ JUSNANO. *Orientações Jurídicas para o Segmento Industrial e Comercial que Trabalha com Nanotecnologias*. Editora Karywa, 2020. Disponível em: <<https://editorakarywa.files.wordpress.com/2020/10/jusnano-unisinos-cartilha.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2022.



Fonte: Framework elaborado pelo Autor³⁰².

Portanto, as nanotecnologias apresentam um leque de dificuldades e variações na gestão de riscos. Todavia, é vital que as empresas que exploram tais atividades estabeleçam programas de gestão de riscos com o objetivo de apurar o risco conhecido e se precaver dos riscos desconhecidos.

Com a finalidade de criar um modelo de Gestão de Riscos prático para as nanotecnologias resta necessário ter como ponto de partida o estudo das pesquisas de organismos nacionais e internacionais que se relacionam os nanomateriais, o qual será o tema de observação no próximo tópico.

³⁰² Framework elaborado pelo Autor a partir dos estudos teóricos e práticos da presente Tese.

4.3 As influências dos organismos nacionais e internacionais para a criação de um método de gestão de riscos advindos das nanotecnologias: análise das disposições sobre nanomateriais da FUNDACENTRO, NIOSH, OSHA, OMS, OIT e OCDE.

Conforme visto no tópico anterior existe uma imensa dificuldade de estipulação de critérios uniformes para um modelo de gestão de riscos provenientes das nanotecnologias. Essa dificuldade ocorre em razão das incertezas provenientes das nanotecnologias e também da dificuldade de se regular tais situações no ordenamento jurídico e regulatório dos países em geral.

Para tanto, uma forma que se apresenta como viável seria a empresa nanotecnológica estipular políticas e procedimentos para lidar com os efeitos e os prejuízos dos danos que podem ser causados pelos trabalhos a partir de padrões dos organismos nacionais e, principalmente, internacionais, tais como FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo, *NIOSH - The National Institute for Occupational Safety and Health*, *OSHA - The Occupational Safety and Health Administration*, OIT - Organização Internacional do Trabalho, OMS - Organização Mundial de Saúde e OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico a fim de estabelecer critérios rígidos para a prevenção e a precaução de riscos gerados pelas atividades no meio nanotecnológico.

A FUNDACENTRO emitiu uma Nota Técnica com um estudo específico a respeito dos desafios da Saúde e Segurança do Trabalho ante o uso das nanotecnologias nos setores de trabalho. O documento prevê que um programa de gestão de riscos deve iniciar pela coleta de informações básicas no local de trabalho, tais como delimitação das atribuições, materiais utilizados, indicadores de situação em potencial exposição e ficha de dados de segurança.³⁰³ Posteriormente, o segundo momento se refere a caracterização do risco e a avaliação de sua exposição em que o órgão brasileiro recomenda o uso de parâmetros da NIOSH, no sentido de coletar duas amostras de ar, uma para análise da concentração de massa elementar e a outra

³⁰³ FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. p. 5. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2022.

para ser analisada com microscopia eletrônica para características físicas.³⁰⁴ Em outro ponto de especial atenção, a FUNDACENTRO se alia as determinações da NIOSH³⁰⁵ para propor etapas de vigilância à saúde dos trabalhadores expostos aos nanomateriais:

- Realização de exame médico inicial e coleta de histórico médico e ocupacional;
- Exames médicos periódicos em intervalos regularmente programados, incluindo testes específicos quando justificados;
- Exames médicos mais frequentes e detalhados, conforme indicado com base nos resultados desses exames;
- Exames pós-incidentes e exame médico após aumento descontrolado ou não rotineiro em exposições como derrames;
- Capacitação dos trabalhadores para reconhecerem sintomas que podem advir da exposição em atividades com nanomateriais;
- Elaboração de relatório escrito sobre os achados médicos; e,
- Estabelecimento das ações do empregador em resposta à identificação de perigos potenciais.³⁰⁶

Ainda nessa linha, importante citar que o Ministério Público do Trabalho, através de um Grupo de Trabalho específico de Nanotecnologia, também emitiu uma Nota Técnica com disposições importantes a serem inseridas no Projeto de Lei nº 880/2019 que tramita no Senado Federal. Através do parecer do MPT se emitiu um substitutivo ao Projeto de Lei incorporando diversas questões ligadas à saúde e segurança dos trabalhadores. A título ilustrativo, o Projeto de Lei prevê que toda e qualquer atividade das nanotecnologias deverá observar os princípios: I – da precaução; II – da sustentabilidade ambiental; III – da consideração dos impactos; IV – da solidariedade; V – da responsabilidade do produtor; VI – da boa-fé, cooperação, lealdade e transparência entre todos os agentes envolvidos; VII – da participação e

³⁰⁴ FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. p. 5. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2022.

³⁰⁵ NIOSH. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *Current Intelligence Bulletin 60 - Interim Guidance for Medical Screening and Hazard Surveillance for Workers Potentially Exposed to Engineered Nanoparticles*. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication N. 2009–116. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-116/pdfs/2009-116.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2022.

³⁰⁶ FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. p. 5. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2022.

da informação ao público e à sociedade.³⁰⁷ Além disso, um ponto de extremo valor é que o projeto prevê expressamente a necessidade de se assegurar a redução dos riscos advindos do trabalho nanotecnológico, conforme previsão do artigo 3º:

Art. 3º As atividades de inovação e de pesquisa científica, tecnológica e nanotecnológica, no âmbito desta Lei, observarão as diretrizes que visam a assegurar a redução dos riscos inerentes ao trabalho por meio de normas de saúde, higiene e segurança, em especial:

I – a proteção da saúde do público, consumidores e trabalhadores;

II – a implementação de medidas específicas de saúde do trabalho;

III – a avaliação e controle dos possíveis impactos à saúde dos trabalhadores;

IV – a formação, educação e capacitação profissional dos trabalhadores, de forma permanente;

V – a informação adequada e contextualizada;

VI – o incentivo à inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho.³⁰⁸

No que tange aos organismos internacionais, estes apresentam uma série de estudos, grupos de trabalhos, diretrizes e informações que colaboram para medidas relativas à exposição dos trabalhadores aos nanomateriais e para a gestão dos riscos.

A Organização Internacional do Trabalho possui uma série de Convenções específicas regulando as questões de Segurança e Saúde no Trabalho, notadamente no que tange a redução dos riscos no ambiente de trabalho e prevenção de acidentes. Nesse sentido, são três as principais Convenções sobre o tema, quais sejam 155³⁰⁹, 161³¹⁰ e 174³¹¹. A Convenção 155 estabelece parâmetros básicos para uma política nacional de proteção à saúde dos trabalhadores e prevenção de acidentes, bem como estabelecendo ações a serem cumpridas pelo empregador com o intuito de reduzir a exposição dos trabalhadores a possíveis riscos.³¹² Já a Convenção 161 delimita

³⁰⁷ BRASIL. Projeto de Lei n. 880 de 2019. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados. Senado Federal. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8069552&disposition=inline#Emenda1>>. Acesso em: 17 fev. 2022.

³⁰⁸ BRASIL. Projeto de Lei n. 880 de 2019. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados. Senado Federal. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8069552&disposition=inline#Emenda1>>. Acesso em: 17 fev. 2022.

³⁰⁹ OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 155*. Segurança e Saúde dos Trabalhadores. Brasília, 1981. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236163/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

³¹⁰ OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 161*. Serviços de Saúde do Trabalho. Brasília, 1985. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236240/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

³¹¹ OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 174*. Prevenção de Acidentes Industriais Maiores. Brasília, 1993. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236693/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

³¹² OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 155*. Segurança e Saúde dos Trabalhadores. Brasília, 1981. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236163/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

padrões de funcionamento dos serviços especializados em saúde do trabalhador a fim de que estes auxiliem as empresas na criação de um rol de medidas para um meio ambiente de trabalho saudável.³¹³ Em relação a Convenção 174, esta estabelece padrões mínimos de segurança a serem seguidos pelas empresa e delimita a responsabilidade do empregador sob eventuais riscos. Interessante frisar que nos três documentos são frisados que deve haver uma cooperação entre empregado e empregador para que se reduza os riscos no ambiente de trabalho, bem como elenca como um dever da empresa divulgar as informações necessárias sobre eventuais riscos que os trabalhadores estão expostos no trabalho.

Recentemente, a Organização Internacional publicou estudo a respeito da exposição a produtos químicos perigosos no trabalho e impactos na saúde dos trabalhadores. Nesse estudo, foram analisados os efeitos dos Nanomateriais Manufaturados nos trabalhadores em diversos estudos elencados no texto.³¹⁴ Entre as questões mais importantes está a constatação de que existe um potencial alto que a exposição a nanomateriais como Dióxido de titânio e Nanotubos de carbono aumentem o risco de desenvolvimento de câncer.³¹⁵ O estudo prevê, ainda, medidas a serem seguidas para a prevenção do risco na exposição aos nanomateriais, tais como:

Desenvolver Limites de Exposição Ocupacional baseados em evidências para Nanomateriais Manufaturados e métodos para implementá-los e aplicá-los, uma vez que não existem atualmente valores limites de exposição regulatórios abrangentes para nanomateriais nos locais de trabalho. Garantir a harmonização global desses Limites de Exposição Ocupacional. Avaliar se as exposições no local de trabalho excedem os valores de Limites de Exposição Ocupacional propostos no anexo 1 das Diretrizes da OMS sobre proteção de trabalhadores contra riscos potenciais de nanomateriais manufaturados. Estudos de exposição no local de trabalho indicam que, em muitas situações, a exposição pode exceder rapidamente os limites de exposição propostos. O Limite de Exposição Ocupacional escolhido deve ser

³¹³ OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 161*. Serviços de Saúde do Trabalho. Brasília, 1985. Disponível em: < https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236240/lang-pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

³¹⁴ ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021.p. 41. Disponível em: < https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang-en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

³¹⁵ ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021.p.41 Disponível em: < https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang-en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

pelo menos tão protetor quanto um limite de exposição legalmente obrigatório para a forma a granel do mesmo material.³¹⁶

Nota-se que mesmo o estudo se baseando em várias pesquisas efetuadas ainda não se tem um parâmetro concreto os Limites de Exposição Ocupacional para os nanomateriais, de modo que reforça a ideia já explicitada quanto as incertezas existentes no trabalho das nanotecnologias. Outra contribuição interessante do estudo da Organização Internacional do Trabalho é quanto as práticas a serem efetuadas no ambiente de trabalho, conforme a Tabela 4 abaixo:

Tabela 4: Practical workplace interventions.

Practical workplace interventions
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Consider, as a first control measure, changing the process in such a way that no MNMs will be released into the air. ▶ Use engineering controls when there is a high level of inhalation exposure or when there is no, or very little, toxicological information available. ▶ Prevent dermal exposure by occupational hygiene measures such as surface cleaning and the use of appropriate gloves. ▶ Conduct worker exposure assessments using comprehensive exposure assessment using evidence-based methods. ▶ Educate potentially exposed workers on the risks of MNMs and how best to protect themselves. Topics should include which hazards are specific to MNMs and different from the bulk material; which hazard classes are assigned to MNMs; which routes of exposure are important; which workplace exposures have been measured and which tasks put workers most at risk; how proposed OELs can be interpreted; when and how control banding, specific controls and PPE for MNMs can be used. ▶ Use PPE in the absence of appropriate engineering controls, especially respiratory protection, as part of a respiratory protection programme that includes fit-testing.

Fonte: ILO.³¹⁷

De acordo com o documento, o maior risco existente é o de inalação pelo ar e a necessidade de estabelecer controles de nível de exposição, além de medidas de como uso de equipamentos de proteção de uso individual e a necessidade de treinamento e divulgação das informações relativas aos riscos ocupacionais.³¹⁸ Esse ponto, inclusive, será mais bem explorado no próximo capítulo a partir do estudo de caso proposto.

³¹⁶ ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021. p.44. Disponível em: <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang--en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

³¹⁷ ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021. p.44. Disponível em: <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang--en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

³¹⁸ ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021. p.44. Disponível em: <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang--en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

Já a Organização Mundial de Saúde possui um documento institucional sobre as Diretrizes sobre os riscos potenciais que os trabalhadores são expostos no trabalho com nanomateriais manufaturados.³¹⁹ A grande inovação desta publicação é definição de limites de exposição ocupacional para diversos tipos de nanomateriais, uma vez que com esses padrões seria possível estabelecer medidas de proteção e prevenção de possíveis riscos. Para fins de contextualização, por exemplo, a nanoprata que é um material muito utilizado no meio industrial tem um potencial risco de inalação pelo ar e prejuízo na via pulmonar. Para tanto, o estudo prevê que o limite de exposição ocupacional da nanoprata na via pulmonar deverá respeitar a concentração de massa máxima de 0,098 µg/m³, uma concentração de partículas de no máximo 1200 fibras/cm³ e Concentração de superfície de até 2,2 × 10⁶ nm² /cm³, conforme Quadro 8 abaixo:³²⁰

Quadro 8: Valores Limite de Exposição Ocupacional.

Category	Study reference	Nanomaterials and specifications	OEL name	Mass concentration µg/m ³	Particle concentration (particle/ml, fibres/cm ³)	Surface concentration (nm ² /cm ³)	Derivation approach
Inhalation exposure: specific MNM approach							
Nanosilver	Stone 2009	Nano Ag	DNEL lung exposure, extrapolating factor 10	0.098	1200	2.2 × 10 ⁶	QRA
Nanosilver	Stone 2009	Nano Ag	DNEL lung exposure, extrapolating factor 3	0.33	4000	7.2 × 10 ⁶	QRA
Nanosilver	Stone 2009	Nano Ag	DNEL liver effect	0.67	7000	1.2 × 10 ⁷	QRA
Nanosilver	Swidwinska 2015	Nano Ag	MAC-TWA inhalable fraction	10	ND	ND	QRA

Fonte: WHO³²¹

³¹⁹ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

³²⁰ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 74. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

³²¹ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 74. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

Importante ressaltar que o documento da OMS é baseado no princípio da precaução, sendo este um de seus nortes e com a finalidade de que toda e qualquer exposição seja reduzida, ainda que exista incertezas sobre os efeitos adversos.³²² Ainda, também válido ressaltar que o documento também sugere como uma boa prática que os trabalhadores sejam envolvidos em questões de saúde e segurança a fim de que se tenha um controle mais otimizado dos riscos de saúde e segurança.³²³

No que tange aos riscos efetivos à saúde existem várias recomendações quanto a procedimentos e ações a serem consideradas:

Recomendação 1: O GDG recomenda atribuir classes de perigo a todos os MNMs de acordo com o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos para uso em fichas de dados de segurança. Para um número limitado de MNMs, esta informação é disponibilizada nestas diretrizes (Tabela 2) (FORTE, evidência de qualidade moderada).

Recomendação 2: O GDG recomenda atualizar as fichas de dados de segurança com informações de perigo específicas de MNM, ou indicar quais parâmetros toxicológicos não tiveram testes adequados disponíveis (FORTE, evidência de qualidade moderada).

Recomendação 3: Para os grupos de fibras respiráveis e partículas granulares biopersistentes, o GDG sugere usar a classificação disponível de MNMs dada na Tabela 2 para classificação provisória de nanomateriais do mesmo grupo (CONDICIONAL, evidência de baixa qualidade).³²⁴

É bastante interessante a proposta de recomendação disposta pela OMS quando sugere atribuir classes de perigo aos produtos de acordo com as suas fichas de segurança ou delimitar quais agentes ainda não tiveram testes toxicológicos eficientes.

Nessa mesma linha, a *International Organization for Standardization* também prevê diretrizes para o monitoramento dos trabalhadores aos produtos nano, mais especificadamente aos nano aerossóis, através do uso de Microbalança com Elemento Cônico Oscilante, Impactor Elétrico de Baixa Pressão, Amostrador estático,

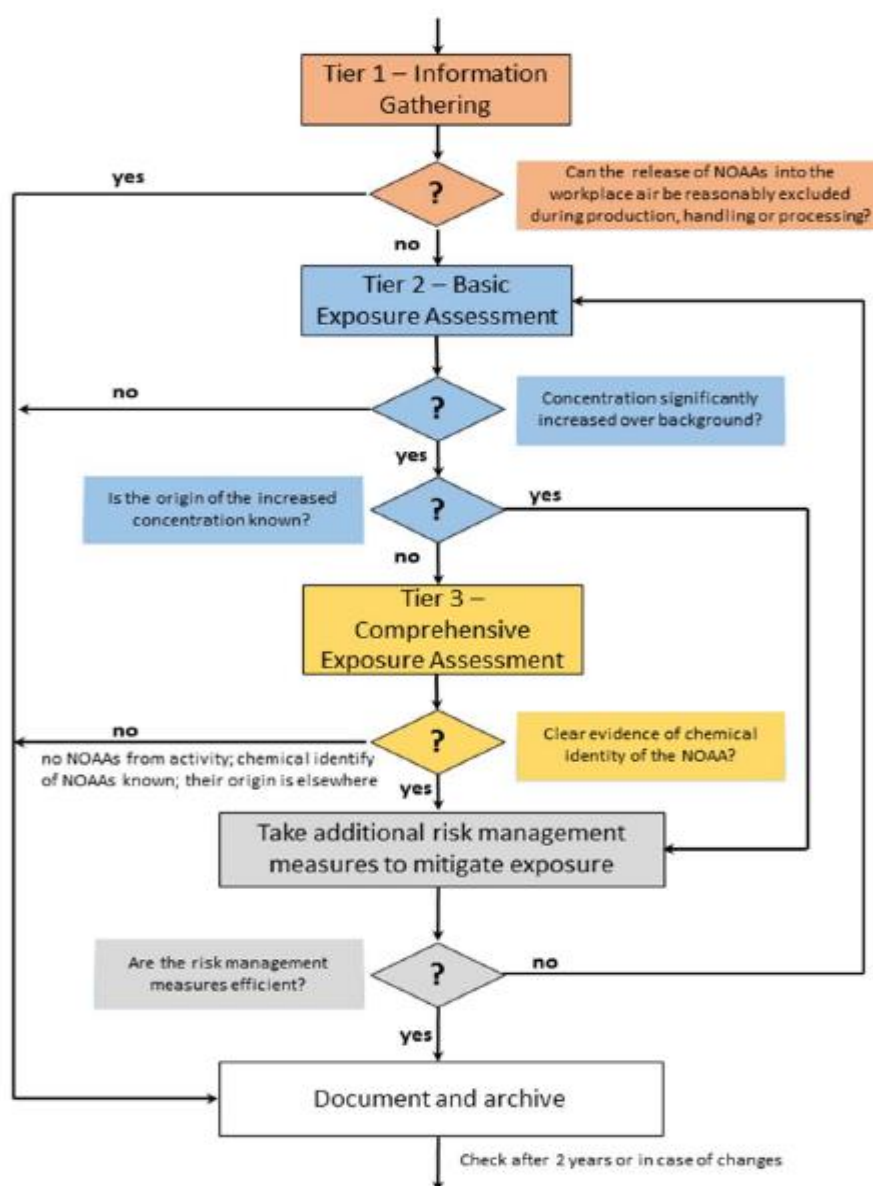
³²² WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 5. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

³²³ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 42. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

³²⁴ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 43. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

Microscópio eletrônico, entre outros.³²⁵ Com esse monitoramento, o estudo aduz que devem ser adotadas estratégias de medição específicas tais como, abordagem por camadas, escalonada e capaz de discriminar e quantificar os nanomateriais.³²⁶ Uma sugestão de modelo de medição e monitoramento de nanomateriais é a abordagem escalonada disposta na Figura 18 abaixo:

Figura 18: Fluxograma de uma abordagem em camadas.



³²⁵ ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. p. 19-20. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

³²⁶ ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. p. 22. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

Fonte: ISO³²⁷

Em relação aos ambientes ocupacionais, estes também são objeto de análise específica a fim de se atestar possíveis efeitos adversos na saúde do trabalhador. Para tanto, um panorama sugerido seria: identificação de risco, avaliação de risco, avaliação de exposição e caracterização de risco.³²⁸ Para a identificação do perigo é importante a colheita de informações através de “Fichas de Dados de Segurança (SDS) e Cartões Internacionais de Segurança Química (ICSC), ou informações de fornecedores além daquelas fornecidas na SDS/ICSC”.³²⁹ Todas essas informações são métodos que objetivam propor parâmetros de análise dos efeitos ocupacionais dos nanomateriais no ambiente de trabalho.

Por outro lado, segundo estudo da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, (OSHA) a avaliação dos riscos dos nanomateriais fabricados deve incluir:

- 1) um inventário dos nanomateriais armazenados e utilizados no local de trabalho;
- 2) informações sobre os riscos dos nanomateriais para a saúde, geralmente fornecidas através de fichas de dados de segurança;
- 3) uma avaliação da exposição por inalação, exposição cutânea e exposição por ingestão;
- 4) decisões sobre as medidas necessárias a redução da exposição, bem como um plano de ação especificando as medidas a tomar, as entidades responsáveis pela sua execução e o seu momento de execução;
- 5) consideração dos riscos para os trabalhadores vulneráveis, como trabalhadores jovens, grávidas ou lactantes, e eventuais medidas especiais necessárias para a sua proteção;
- 6) uma revisão regular da avaliação dos riscos;
- 7) uma avaliação das medidas tomadas e, se necessário, um aperfeiçoamento do plano de ação.³³⁰

Nesse contexto, a Agência Europeia aduz que são necessárias medidas organizacionais nas empresas, como por exemplo, informações aos trabalhadores

³²⁷ ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. p. 24. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

³²⁸ ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. p. 29. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

³²⁹ ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. p. 32. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

³³⁰ OSHA. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. *Nanomateriais fabricados no local de trabalho*, 2019. Disponível em: < <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/a281c1a1-4c53-11e9-a8ed-01aa75ed71a1>>. Acesso em: 27 fev; 2022.

sobre os riscos, as medidas preventivas a aplicar e as suas regras, além de informações sobre os perigos associados aos nanomateriais e a adoção do princípio de precaução, tendo em vista os conhecimentos ainda limitados sobre os perigos dos nanomateriais para a saúde e a segurança.³³¹

A questão da gestão dos riscos dos nanomateriais está intimamente ligada a adoção de procedimentos prévios adotados pelas empresas e o constante monitoramento da exposição dos trabalhadores aos nanomateriais. A par disso, uma questão que apresenta uma incerteza é a qualificação e quantificação dos limites de exposição ocupacional. Esse ponto apresenta um senso crítico, pois não se possui estudos aprofundados sobre todos os efeitos causados pelos nanomateriais, bem como quais são índices seguros e saudáveis aos trabalhadores.

Por essa razão, vários órgãos contextualizaram sugestões de padrões a serem seguidos. A Agência Estadunidense de Saúde e Segurança Ocupacional (NIOSH) propôs os limites de exposição para nanotubos de carbono e nanofibras de carbono respiráveis a uma exposição do trabalhador que não deve exceder 1,0 microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de carbono elementar como uma concentração média ponderada de 8 horas de massa respirável.³³² Já para o dióxido de titânio ultrafino a exposição do trabalhador não poderia exceder 0,3 miligramas por metro cúbico (mg/m^3) como concentração por até 10 horas por dia durante uma semana de trabalho de 40 horas. Por fim, para o dióxido de titânio pigmentar a exposição do trabalhador não deve exceder 2,4 mg/m^3 como concentração por até 10 horas por dia durante uma semana de trabalho de 40 horas.³³³

Com a ideia de também estipular sugestões de padrões, o *British Standard Institute* sugeriu como limite de exposição para nanomateriais insolúveis um nível de referência geral de 0,066 multiplicado pelo limite de exposição do material a granel microdimensionado correspondente e para os nanomateriais fibrosos um nível de

³³¹ OSHA. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. *Nanomateriais fabricados no local de trabalho*, 2019. Disponível em: < <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/a281c1a1-4c53-11e9-a8ed-01aa75ed71a1>>. Acesso em: 27 fev; 2022.

³³² NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health. *Current Intelligence Bulletin 65*. Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers, April 2013. p. 51-52. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/pdfs/2013-145.pdf>>. Acesso em: 27 fev 2022.

³³³ NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health. *Current Intelligence Bulletin 63*: Occupational Exposure to Titanium Dioxide, April 2011. p. 77-78. Disponível em: < <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf?id=10.26616/NIOSH-PUB2011160>> Acesso em 27 fev. 2022.

referência de 0,01 fibras/ml.³³⁴ Já para os nanomateriais altamente solúveis foi proposto um patamar de 0,5 multiplicado pelo limite de exposição do material a granel microdimensionado correspondente.³³⁵

Cabe mencionar que os patamares indicados pelos órgãos são valores de referência médios extraídos de estudos específicos e de comparação com produtos semelhantes.

Uma outra fonte de estudo para a gestão de riscos a partir de órgãos internacionais é a publicação da Agência Europeia de Segurança e Saúde no documento de Orientação sobre a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores contra os riscos potenciais relacionados aos nanomateriais no trabalho - Orientação para empregadores e profissionais de saúde e segurança. Este prevê uma série de etapas necessárias para uma avaliação de riscos e para garantir a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores, conforme Figura 19 abaixo:

Figura 19: Diagrama para Avaliação de Risco.



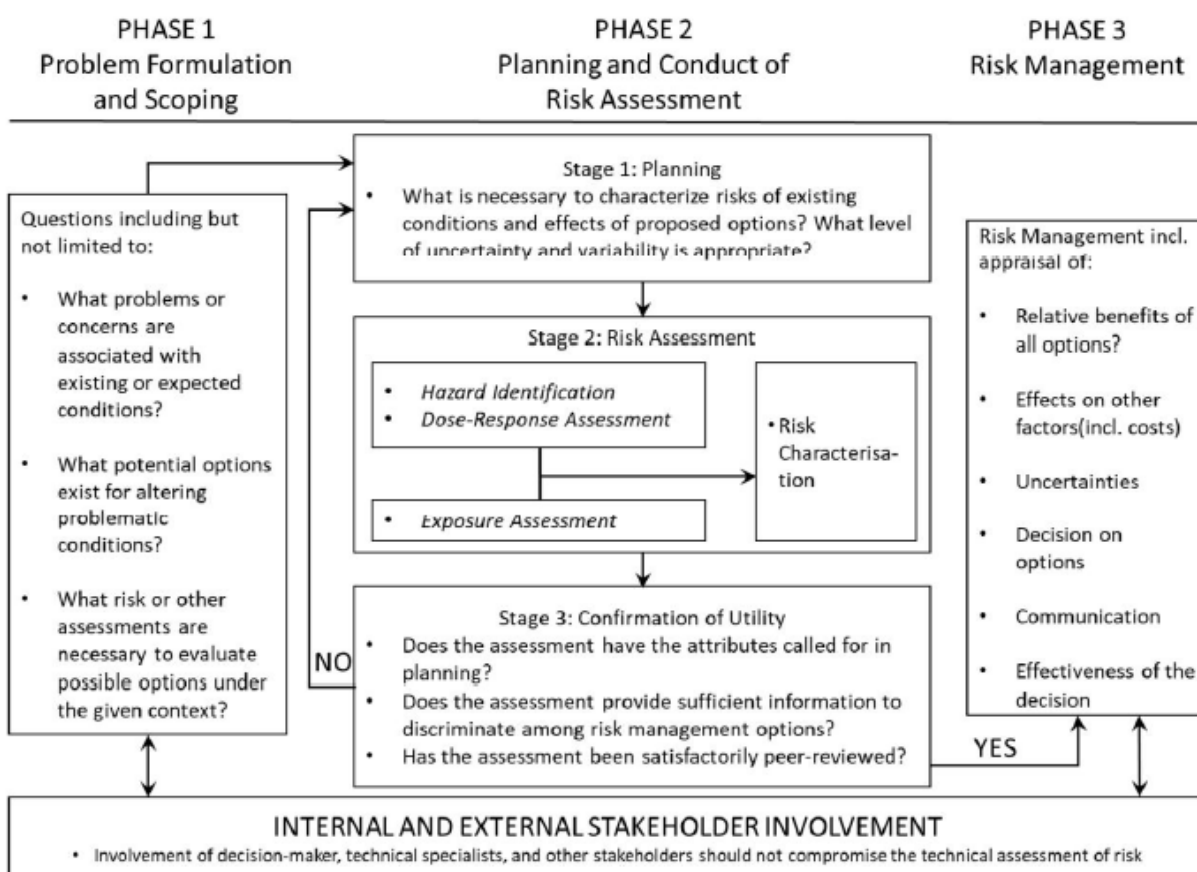
³³⁴ BSI. British Standard Institute. *Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials*, PD 6699-2: 2007, BSI, London. p.14. Disponível em: <<https://standardsdevelopment.bsigroup.com/projects/2007-02868#/section>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

³³⁵ BSI. British Standard Institute. *Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials*, PD 6699-2: 2007, BSI, London. p.14. Disponível em: <<https://standardsdevelopment.bsigroup.com/projects/2007-02868#/section>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

Fonte: EU-OSHA³³⁶.

A OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico possui um grupo de trabalho (Divisão de Ambiente, Saúde e Segurança) que se dedica a pesquisa das nanotecnologias e dos nanomateriais. Em recente estudo, a OCDE publicou uma revisão do seu modelo de avaliação de risco em que reavaliou alguns pontos e propôs melhorias para a adequação com itens como avaliação de risco iterativa, formulação de propostas de teste e envolvimento de partes interessadas, conforme estrutura na Figura 20 abaixo:³³⁷

Figura 20: Estrutura para tomada de decisão baseada em risco.



³³⁶ EU-OSHA. European Agency for Safety & Health at Work. *Working safely with manufactured nanomaterials* – Guidance for workers. European Union Programme for Employment and Social Solidarity. 2014. p.15. Disponível em: < <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=13087&langId=en> > Acesso em: 27 fev. 2022.

³³⁷ OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Important Issues on Risk Assessment of Manufactured Nanomaterials*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials N. 103. Paris, 2022. p. 12. Disponível em: https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-CBC-MONO%282022%293+&doclanguage=en&_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=wapp. Acesso em: 27 fev. 2022.

Fonte: OCDE³³⁸

Assim, se percebe que os órgãos nacionais e internacionais possuem diversas diretrizes que auxiliam no tocante a gestão dos riscos, seja com modelos de avaliação de risco ou de parâmetros de limites de exposição ocupacional, os quais são válidos para a criação de um modelo de prevenção para os trabalhadores expostos aos nanomateriais.

No próximo capítulo se analisará os Direitos Fundamentais dos Trabalhadores nas empresas com nanotecnologias, bem como se apresentará os resultados das pesquisas realizadas com empresas e laboratórios *nano*.

³³⁸ OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Important Issues on Risk Assessment of Manufactured Nanomaterials*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials N. 103. Paris, 2022. p. 12. Disponível em: https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-CBC-MONO%282022%293+&doclanguage=en&_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=wapp. Acesso em: 27 fev. 2022.

5 A DISCUSSÃO EM TORNO DOS DIREITOS FUNDAMENTAIS DOS TRABALHADORES NAS EMPRESAS NANOTECNOLÓGICAS E A GESTÃO DOS RISCOS NANOTECH.

Neste último capítulo se pretende fomentar a discussão em torno dos direitos fundamentais dos trabalhadores como parte importante no cenário de necessidade de proteção de garantias básicas para aqueles expostos a nanomateriais.

Diante desse contexto, o capítulo se propõe a apresentar os dados do Estudo de Caso efetuado com laboratórios e empresas atuantes como nanotecnologias, o qual teve como finalidade avaliar a gestão de riscos ligados à saúde e segurança do trabalho, bem como ilustrar um Programa de Integridade Nanotech e uma Avaliação de Exposição Ocupacional Nanotech.

5.1 Os Direitos Fundamentais dos Trabalhadores e a construção de um modelo centrado na transparência e boa-fé das partes nas Relações de Trabalho.

Inobstante as transformações sociais e políticas no decorrer da evolução da sociedade, o homem sempre teve função primordial ao longo da história. Através dos direitos naturais do homem, dos direitos humanos e, logo após, dos direitos fundamentais, o ideal de cidadania e democracia assumiu sua estrutura no Estado de Direito.

Os direitos fundamentais se confundem com os chamados direitos do homem. Norberto Bobbio aduz que “os direitos do homem são aqueles que pertencem, ou deveriam pertencer, a todos os homens, ou dos quais nenhum homem pode ser despojado”. Aperfeiçoando essa visão, o autor relaciona esses direitos com o próprio reconhecimento do homem como ser humano ou para o desenvolvimento de uma sociedade civil.³³⁹ Os direitos fundamentais dos trabalhadores estão inseridos na Constituição da República de 1988, no rol dos Direitos Fundamentais e, por conseguinte, amparados e protegidos de forma expressa.

Partindo da dogmática dos direitos fundamentais, os direitos fundamentais dos trabalhadores são qualificados como direitos de segunda dimensão. Ingo Sarlet explica que a segunda dimensão dos direitos fundamentais bem mais do que os

³³⁹ BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. p. 37.

direitos de cunho prestacional, inobstante o cunho “positivo” possa ser considerado como o marco distintivo desta nova fase na evolução dos direitos fundamentais.³⁴⁰ Os direitos sociais têm como característica serem direitos fundamentais a prestações, ou seja, requerem do Estado ações positivas, são “direitos de libertação da necessidade”.³⁴¹

Seguindo essa linha, Arion Romita qualifica os direitos fundamentais dos trabalhadores, como os seguintes: direitos da personalidade (honra, intimidade, imagem); liberdade ideológica; liberdade de expressão e informação; igualdade de oportunidades e tratamento; não-discriminação; idade mínima de admissão ao emprego; salário mínimo; saúde e segurança do trabalho; proteção contra a despedida injustificada; direito ao repouso (intervalos, limitação de jornada, repouso semanal e férias); direito de sindicalização; direito de representação dos trabalhadores e sindical na empresa; direito à negociação coletiva; direito de greve; direito ao ambiente de trabalho saudável.³⁴²

Destes direitos fundamentais dos trabalhadores é nítido que o trabalho com nanotecnologia aponta uma (in) certeza de lesão a alguns destes citados acima. Notadamente, os direitos de personalidade, a liberdade de informação, o direito ao ambiente de trabalho saudável, saúde e segurança do trabalho são àqueles que são colocados defronte aos avanços das novas tecnologias e das empresas que atuam com atividades *nanotech*.

Os direitos fundamentais dos trabalhadores podem ser descritos como fundamentais na medida em que visam assegurar condições de vida dignas, no sentido de serem minimamente compatíveis com o desenvolvimento da personalidade humana e garantir as condições materiais indispensáveis ao gozo efetivo dos direitos de liberdade.³⁴³

O princípio da dignidade da pessoa humana tem papel central na proteção dos direitos fundamentais dos trabalhadores, visto que a partir de sua efetividade surgem condições mínimas para o desenvolvimento de relações trabalhistas eficazes para o trabalhador. A dignidade da pessoa humana é positivada na Constituição

³⁴⁰ SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos Direitos Fundamentais*. 4. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado. 2004. p. 52.

³⁴¹ MIRANDA, Jorge. *Manual de Direito Constitucional*. v. IV. Coimbra: Editora Coimbra, 1998. p. 98.

³⁴² ROMITA, Arion Sayão. *Direitos Fundamentais nas Relações de Trabalho*. 2. ed., São Paulo: LTr, 2007. p. 421-422.

³⁴³ CAUPERS, João. *Os direitos fundamentais dos trabalhadores e a Constituição*. Lisboa: Almedina, 1985. p.108.

Brasileira como um princípio fundamental e, sendo assim, tem um papel unificador nos direitos fundamentais que, na verdade, são concretizadores desse princípio. Ainda, cumpre uma função legitimatória do reconhecimento de direitos fundamentais implícitos, decorrentes ou previstos em tratados internacionais. Pode-se citar além da Constituição da República de 1988, outros países que consagraram expressamente o princípio da dignidade humana, tais como as Constituições da Alemanha, Espanha e Portugal.³⁴⁴ Complementando essa visão Arion Romita interpõe:

A função primordial dos direitos fundamentais consiste na tarefa de fazer respeitar a dignidade da pessoa humana, mas não da pessoa abstrata do liberalismo, e, sim da pessoa situada, em situação concreta e determinada, já que a dignidade da pessoa humana constitui o conceito central e o fundamento da teoria dos direitos do homem, como resulta das declarações internacionais e das afirmações contidas em inúmeros textos constitucionais atualmente vigentes. Ela impõe uma barreira que em hipótese alguma pode ser franqueada. Mesmo nos casos em que limitações ao exercício dos direitos fundamentais na empresa devem ser admitidas, principalmente as concentradas nas faculdades asseguradas ao empregador em face do princípio da livre iniciativa, ela não comporta restrições.³⁴⁵

Na relação de emprego é que se observa o não cumprimento dos direitos dos trabalhadores. Como sujeito da relação de emprego, o trabalhador desfruta do gozo de diversos direitos fundamentais. Em outras palavras, ele é titular ao mesmo tempo de todos os direitos agrupados nas dimensões de direitos fundamentais. Em tempo e local de trabalho, embora submetido ao poder de direção do empregador em razão da subordinação, o empregado conserva sua qualidade de “homem livre”.³⁴⁶ Isso é possível através da atuação dos princípios protetores do trabalhador na relação de trabalho e emprego.

A problemática dessa relação se encontra na configuração das partes envolvidas, ou seja, empregado e empregador. Essa relação jurídica é desigual na sua essência, haja vista o poder econômico do empregador e o dever de subordinação. Por isso, os direitos fundamentais aplicados no Direito do Trabalho têm papel significativo, pois asseguram condições mínimas aos trabalhadores de forma a compensar a desigualdade existente no plano concreto. Com base na doutrina

³⁴⁴ SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos Direitos Fundamentais*. 4. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado. 2004. p. 99-102.

³⁴⁵ ROMITA, Arion Sayão. *Direitos Fundamentais nas Relações de Trabalho*. 2. ed. São Paulo: LTr, 2007. p. 210.

³⁴⁶ ROMITA, Arion Sayão. *Direitos Fundamentais nas Relações de Trabalho*. 2. ed. São Paulo: LTr, 2007. p. 203.

portuguesa, João Caupers expõe visão semelhante ao acrescentar que o desequilíbrio de origem tende a se agravar em conjunturas de desemprego, em que as entidades patronais têm maior facilidade de substituir os trabalhadores, e estes decaem com maior frequência na defesa dos seus direitos.³⁴⁷

Em relação à aplicabilidade dos direitos fundamentais dos trabalhadores nas relações privadas, no caso os empregadores, entende-se que, firmado o pacto laboral, há eficácia imediata com relação ao cidadão empregado, visto que há vinculação direta deste com os particulares e se obrigam diretamente. Quanto à validade, a possibilidade de se proteger na relação de emprego existe a partir da vigência imediata dos princípios constitucionais de proteção.³⁴⁸

Nesse sentido, é imperiosa a proteção dos direitos fundamentais nas relações de trabalho, com o intuito de nortear as pesquisas em nanotecnologias. As relações de trabalho se confrontarão com a problemática do fator laboral nanotecnológico, conforme visão de Wilson Engelmann e Maurício Góes:

Entende-se por fator laboral nanotecnológico todo o trabalho que decorre da produção de, contato com, exposição às ou manipulação de nanotecnologias, sobretudo das nanopartículas, tanto diretamente, como indiretamente com produtos derivados ou que empreguem tais nanotecnologias. É o envolvimento com a matriz direta ou indireta da tecnologia nano³⁴⁹.

Em um primeiro momento, o fato laboral nanotecnológico abrangerá a ideia em torno dos reflexos da tecnologia *nano*, aqui entendido como as consequências econômicas decorrentes das nanotecnologias, enquanto que os efeitos surgem a partir das questões benéficas e nocivas no meio ambiente e nas pessoas.³⁵⁰

A dignidade da pessoa humana exercerá um papel primordial nas relações como meio de defesa dos direitos fundamentais dos trabalhadores. É necessário fixar limites com o intuito de proteger os interesses da integridade humana em contrapartida ao crescimento econômico e a visão empresarial.³⁵¹

³⁴⁷ CAUPERS, João. *Os direitos fundamentais dos trabalhadores e a Constituição*. Lisboa: Almedina, 1985. p. 172-173.

³⁴⁸ LOBATO, Marthius Sávio Cavalcante. *O valor constitucional para a efetividade dos direitos sociais nas relações de trabalho*. São Paulo: LTr, 2006. p. 91.

³⁴⁹ ENGELMANN, Wilson; GÓES, Maurício de Carvalho. *Direito das Nanotecnologias e meio ambiente do trabalho*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015. p. 140.

³⁵⁰ ENGELMANN, Wilson; GÓES, Maurício de Carvalho. *Direito das Nanotecnologias e meio ambiente do trabalho*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015. p. 146.

³⁵¹ DUPAS, Gilberto. Uma sociedade pós-humana? Possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING: Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (org.) *Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias*. São Leopoldo: Unisinos, 2009. p. 60-61.

Essa é a grande problemática e o conflito existente entre impacto dos fatores positivos e negativos das nanotecnologias em detrimento do respeito da dignidade humana. As nanotecnologias instigam o ser humano a fazer descobertas com grandes possibilidades, com poder de transformar, invadir, dominar, mas, por vezes, perde-se, o parâmetro de limite, na medida em que o mais importante passa a ser o poder econômico.³⁵²

Deverá ser vital para o desenvolvimento adequado de todas as atividades com nanotecnologias que se tenha como pressuposto a dignidade humana, no sentido do ser humano atuar na “prática, ação e atendimento às necessidades básicas humanas”.³⁵³ As pesquisas em nanotecnologia devem difundir avanços para o bem das pessoas. Todavia, para que isso ocorra é importante que o bem comum seja o berço do desenvolvimento de um bem humano básico gerado pela dignidade humana, com o complemento do próprio elemento humano para o seu florescimento, a fim de as descobertas geradas pelas nanotecnologias forneçam soluções e alternativas para os problemas da humanidade.³⁵⁴

Os direitos fundamentais dos trabalhadores deverão ser observados durante todo o processo industrial envolvido nas nanotecnologias, haja vista que a proteção ao meio ambiente de trabalho adequado e a proteção à saúde deve permear todos os envolvidos.³⁵⁵ O cuidado com saúde dos trabalhadores não é só uma questão individual, mas também permeado por um aspecto coletivo, eis que é reflexo do meio ambiente de trabalho e da integração do trabalhador com o seu espaço laboral.³⁵⁶

Na relação das empresas com os seus trabalhadores é igualmente necessário o atendimento desta premissa. A necessidade de o trabalhador possuir ciência de

³⁵² ENGELMANN, Wilson. O biopoder e as nanotecnologias: dos Direitos Humanos aos Direitos da Personalidade no Código Civil de 2002. In: Instituto Humanitas Unisinos. (Org.). *XI Simpósio Internacional IHU: o (des) governo biopolítico da vida humana*. São Leopoldo: Casa Leiria, 2010, v. 01. p. 114-115.

³⁵³ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi. A "phrónesis" como mediadora ética para os avanços com emprego das nanotecnologias: em busca de condições para o pleno florescimento humano no mundo *nanotech*. *Revista da Ajuris*, v. 36, 2009. p. 321.

³⁵⁴ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi. A "phrónesis" como mediadora ética para os avanços com emprego das nanotecnologias: em busca de condições para o pleno florescimento humano no mundo *nanotech*. *Revista da Ajuris*, v. 36, 2009. p. 322-323.

³⁵⁵ ENGELMANN, Wilson; HOHENDORF, Raquel Von. Nanotecnologias e o Mundo do Trabalho: em busca de um “modelo” para o desenvolvimento do direito à informação compatível com o Direito do Trabalho Nanotecnológico. In: Maria Aurea Baroni Cecato; Claudio Pedrosa Nunes; Mirta Gladys Lorena Manzo de Misailidis. (Org.). *Direito do Trabalho I* [Recurso eletrônico on-line]. 1. ed. Florianópolis: Conpedi, 2014, v. 1. p. 83.

³⁵⁶ FARIA, Cláudia Maria Petry de; HUPFFER, Haide Maria ; TEIXEIRA, P.J. Z. Direito Fundamental À Qualidade Do Ambiente Laboral E A Justiça Do Trabalho: Uma Abordagem Empírica. *Novos Estudos Jurídicos* (online), v. 23, p. 166, 2018.

possíveis riscos a que ele estiver exposto também é uma manifestação da dignidade humana, já que “[...] A autonomia da vontade é o elemento ético da dignidade humana, associado à capacidade de autodeterminação do indivíduo, ao seu direito de fazer escolhas existenciais básicas”.³⁵⁷

Judith Martins Costa, ao comentar sobre a boa-fé, refere que essa reflete um caráter de cooperação entre as partes ligada pela relação obrigacional, sendo também pautados os deveres de consideração, proteção, informação e esclarecimento e lealdade em sentido amplo.³⁵⁸ Da mesma forma, Américo Plá Rodriguez entende que a boa-fé abrange empregado e empregador quanto as obrigações contratuais e também no que se refere a conduta das partes.³⁵⁹

Portanto, é um elemento intrínseco da dignidade humana a informação no ambiente laboral de potenciais riscos à sua saúde. Também nesse sentido complementa Wilson Engelmann, Raquel Von Hohendorff e Maria de Lourdes Oshiro:

A preocupação com a saúde do trabalhador, através do enfoque transdisciplinar para a melhoria do ambiente laboral, é uma das maneiras de aplicação do princípio da dignidade da pessoa humana, entendendo os direitos do trabalhador como direitos de cidadania, que devem ser priorizados em relação aos valores econômicos. O objetivo principal da proteção à saúde dos trabalhadores é buscar a efetividade dos princípios fundamentais da República Federativa do Brasil, embasados na garantia da dignidade humana, do respeito ao meio ambiente e aos valores sociais e humanos do trabalho, bem como no respeito à cidadania. E, significa, ainda, a aplicação da tendência mundial de focar o homem como centro dos sistemas jurídicos.³⁶⁰

Como forma de evitar possíveis lesões aos direitos fundamentais dos trabalhadores nas empresas que exploram nanotecnologias é possível estabelecer a utilização dos conteúdos mínimos da dignidade da pessoa humana, quais sejam, valor

³⁵⁷ BARROSO, Luís Roberto. *A Dignidade da Pessoa Humana no Direito Constitucional Contemporâneo: Natureza Jurídica, Conteúdos Mínimos e Critérios de Aplicação*. Versão provisória para debate público. Mimeografado, dezembro de 2010. p. 41.

³⁵⁸ MARTINS-COSTA, Judith. Os campos normativos da Boa-fé objetiva: as três perspectivas do Direito Privado Brasileiro. In: AZEVEDO, Antonio Junqueira de; TÔRRES, Heleno Taveira; CARBONE, Paolo. *Princípios do Novo Código Civil Brasileiro e outros temas*. Homenagem a Tullio Ascarelli. São Paulo: Quartier Latin, 2008, p. 388-421. p. 401-402.

³⁵⁹ RODRIGUEZ, Américo Plá. *Princípios de Direito do Trabalho*. 3. ed. atual. São Paulo: LTr, 2000. p. 177-180.

³⁶⁰ HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson; OSHIRO, Maria de Lourdes. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, Brasília, v.2, n.2, jul./dez. 2013. p. 675.

intrínseco, autonomia e valor comunitário para o uso da dignidade como parâmetro para a solução de casos.³⁶¹

Para tanto, uma das formas de garantir as condições de dignidade humana no ambiente de trabalho é justamente definindo premissas básicas boas práticas nas relações de trabalho. Uma das primeiras questões é o dever de transparência e de boa-fé das partes nas relações, notadamente em relação as questões de segurança e saúde dos trabalhadores.

A Convenção n. 155 da Organização Internacional do Trabalho refere que é dever do empregador oferecer melhores condições de trabalho, de forma segura e que dentro do possível, não coloque os empregados em exposição à nocividade e riscos no meio ambiente de trabalho. Da mesma forma, elucida que os trabalhadores devem cooperar e informar a empresa sobre quaisquer mudanças ou inconformidades na prestação de serviço.³⁶²

Não existem dúvidas que empregado e empregador são sujeitos que atuam e afetam no meio ambiente de trabalho o que, aliás, é compreendido pela força de trabalho e produção da matéria prima.³⁶³ Além disso, também se compreende como meio ambiente de trabalho todas as forças externas e internas do local da prestação de serviços e sua interconexão com a saúde dos trabalhadores.³⁶⁴

Nessa linha, a melhor forma de se ter o cumprimento das normas de segurança é a participação dos trabalhadores e um diálogo a respeito dos riscos que estão envolvidos no processo de produção.³⁶⁵ O trabalho deve ser pensado a partir de um campo discursivo em que se constrói um conhecimento legítimo acerca das condições laborais e com informações ambientais igualmente legitimadas.³⁶⁶

³⁶¹ BARROSO, Luís Roberto. *A Dignidade da Pessoa Humana no Direito Constitucional Contemporâneo: Natureza Jurídica, Conteúdos Mínimos e Critérios de Aplicação*. Versão provisória para debate público. Mimeografado, dezembro de 2010. p. 36.

³⁶² BRASIL. *Decreto n. 1.254 de 29 de setembro de 1994*. Promulga a Convenção número 155, da Organização Internacional do Trabalho, sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores e o Meio Ambiente de Trabalho, concluída em Genebra, em 22 de junho de 1981. Brasília: Senado Federal, 1994.

³⁶³ PADILHA, Norma Sueli. *Do meio ambiente do trabalho equilibrado*. São Paulo : LTr, 2002. p. 45.

³⁶⁴ MACHADO, Sidnei. *O direito à proteção ao meio ambiente de trabalho no Brasil: os desafios para a construção de uma racionalidade normativa*. São Paulo : LTr, 2001. p. 66.

³⁶⁵ OLIVEIRA, Sebastião Geraldo de. *Proteção jurídica à saúde do trabalhador*. 2. ed. São Paulo: LTr, 1998. p. 122.

³⁶⁶ MENEGAZZI, Piero Rosa. *A efetivação do direito à informação no meio ambiente de trabalho: contribuições do pensamento sistêmico da teoria da complexidade e do estudo dos riscos*. São Paulo: LTr, 2011. p. 114.

Por essa razão, a transparência, a informação e a boa-fé devem permear as relações de trabalho nanotecnológicas.

Essa necessidade de transparência pode ser avaliada no Termo Aditivo da Convenção Coletiva firmada entre o Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo e Sindicato dos Trabalhadores na Indústria Química, Farmacêuticas e Petroquímicas do ABCD:

Cláusula oitava- Nanotecnologia. A empresa garantirá que os membros da CIPA e do SESMT sejam informados quando da utilização de nanotecnologia no processo industrial. A CIPA, o SESMT e os trabalhadores terão ainda acesso a informações sobre riscos existentes a sua saúde e as medidas de proteção a adotar³⁶⁷.

Esse pacto coletivo prevê que a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, os Serviços Médicos de Segurança e Medicina do Trabalho e os próprios trabalhadores serão informados quando da utilização de nanotecnologia nas atividades das empresas, bem como terão acesso às informações sobre os riscos existentes à saúde dos empregados, além de saber quais as medidas que serão adotadas pelo empregador.³⁶⁸

A mitigação dos riscos pelo empregador deve levar em consideração que é seu dever informar ao empregado que ele estará exposto a um possível risco nanotecnológico, com transparência e boa-fé nas relações empregatícias, a fim de reduzir a assimetria de informações.

Nessa linha, Alain Supiot reforça a ideia de que uma sociedade inteiramente transparente se protege a partir de uma circulação das informações e gerando transparência para todos e não somente para aqueles detentores da informação e de comunicação³⁶⁹.

Para tanto, deve se evitar a assimetria informacional no ambiente de trabalho, isto é, notadamente, o empregador tem um conhecimento mais apurado dos riscos

³⁶⁷ SINDUSFARMA. Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo. in: Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FetQuim – CUT. p. 6. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁶⁸ SINDUSFARMA. Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo. in: Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FetQuim – CUT. p. 6. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁶⁹ SUPIOT, Alain. *Homo Juridicus*: Ensaio sobre a função antropológica do Direito. Tradução de Maria Ermantina de Almeida Prado Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2007. p. 169-170.

que os empregados estão expostos, o que abriria um campo para a alteração do comportamento racional dos agentes, de modo a gerar desconfiança e aumentando os custos de transação sobre toda a produção, a empresa e as medidas que ela propõe no ambiente empresarial.³⁷⁰ Conforme citado anteriormente, o “programa de compliance” terá que atuar neste ponto com o intuito de propagar a comunicação, informação e prevenção na companhia.

Importante salientar que, assim como o direito à informação se mostra vital na compreensão da gestão do risco, um outro ponto que se apresenta como valioso é a possibilidade de, diante desta informação, ocorrer o direito de recusa pelos empregados. Ainda que controvertido, tal possibilidade surge da informação disponibilizada pelo empregador e da ciência do trabalhador de que este não anui com a sua exposição aos riscos deste trabalho.

Exemplificadamente, a cláusula 68ª da Convenção Coletiva da Federação dos Trabalhadores da Indústria Química e Farmacêutica do Estado de São Paulo compreende o direito de recusa do trabalhador diante da perspectiva de perigo direto e iminente no posto de trabalho, sendo necessária a investigação pelo Setor de Higiene, Segurança e Saúde da empresa, a fim de averiguar possíveis riscos³⁷¹.

Uma real necessidade é o aperfeiçoamento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional e da Avaliação de Exposição Ocupacional das empresas atuantes na área de nanotecnologia, O padrão apresentado pelas Normas Regulamentadoras nº 7 e 9 dispostas na Portaria nº 3.214/78 da atual Secretaria do Trabalho não será suficiente.

A título ilustrativo, a Norma Regulamentadora n. 9 refere que na produção de uma Avaliação de Exposição Ocupacional deverá ser estabelecido a partir da seguinte estrutura e com as seguintes etapas:

9.2.1 As medidas de prevenção estabelecidas nesta Norma se aplicam onde houver exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos.
[...]

9.3.1 A identificação das exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos deverá considerar:

a) descrição das atividades;

³⁷⁰ RIBEIRO, Marcia Carla Pereira; DINIZ, Patrícia Dittrich Ferreira. Compliance e Lei Anticorrupção nas Empresas. *Revista de Informação Legislativa – RIL*, ano 53, n. 205, jan./mar. 2015, p. 93.

³⁷¹ FETQUIMFAR. Federação dos Trabalhadores nas Indústrias Químicas e Farmacêuticas do Estado de São Paulo IN: Convenção Coletiva de Trabalho 2015/2017. p. 26. Disponível em: <<http://fequimfar.com.br/wp-content/uploads/2015/05/CCT-FARMAC-2015-2017.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

- b) identificação do agente e formas de exposição;
- c) possíveis lesões ou agravos à saúde relacionados às exposições identificadas;
- d) fatores determinantes da exposição;
- e) medidas de prevenção já existentes; e
- f) identificação dos grupos de trabalhadores expostos.³⁷²

Ocorre que facilmente se percebe a dificuldade de uma Avaliação de Exposição Ocupacional ser efetiva em uma empresa com atividades de nanotecnologias, uma vez que a antecipação e avaliação dos riscos é bastante dificultosa diante das incertezas dos efeitos dos trabalhos com nanomateriais. No entanto, a Avaliação de Exposição Ocupacional e o Programa de Gerenciamento de Risco devem ser desenvolvidos considerando o gerenciamento e gestão de medidas efetivas para a saúde e integridade física dos trabalhadores.³⁷³ Veja-se que a própria Norma Regulamentadora n. 9 prevê uma forma de controle social, na medida em que estipula o direito à informação e a participação dos trabalhadores no planejamento, no desenvolvimento e no acompanhamento das diretrizes dispostas no documento.³⁷⁴

Ademais, tais medidas deveriam considerar também todo o processo de trabalho com o nanomaterial, por exemplo, desde o processo de síntese, alimentação do composto fundido, operações de limpeza e manutenção e em um processo de reciclagem mecânica do material.³⁷⁵

A questão que se apresenta como problemática é que tipo de condutas ou equipamentos de proteção a Avaliação de Exposição Ocupacional deverá prever para evitar uma exposição a um determinado nanomaterial.

A título demonstrativo na Figura 21 tem-se um processo de trabalho com manuseio de nanotubos de carbono em seu estado bruto e toda possível exposição que ocorre durante o seu manuseio.

³⁷² BRASIL. *Portaria SEPRT nº 6.735, de 10 de março de 2020*. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁷³ SILVA, Elize Sampaio Nascimento; SANTOS, Tatiana Ferreira Vieira dos. Análise dos padrões técnicos de Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional e Atestados de Saúde Ocupacional por meio de auditoria interna. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 12(2), 2014, p. 53.

³⁷⁴ MIRANDA, Carlos Roberto; DIAS, Carlos Roberto. PPR/PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20(1), jan-fev, 2004, p.225.

³⁷⁵ NANOSAFEPACK. Boas Práticas para um manuseamento e utilização seguros de nanopartículas na indústria de embalagem. 1.ed. Espanha, 2014. p.8. Disponível em: <http://www.nanosafepack.eu/sites/default/files/news-download-files/NanoSafePack%20Mini-Guide_Portuguese%20Version.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Figura 21: Amostragem de ar durante o manuseio de nanotubos de carbono bruto.



Fonte: MAYNARD³⁷⁶.

Já na Figura 22 se percebe um trabalhador envolvido na produção de uma nanopartícula, no seu processo de fundição, em que se percebe claramente uma ampla gama de equipamentos de proteção individuais, tais como luvas, protetor auricular, máscara e roupa de proteção. A dúvida que paira é: serão tais equipamentos de proteção suficientes para elidir eventuais nocividades das nanopartículas?

Figura 22: Trabalhador envolvido na produção de nanopartículas, durante uma operação de fundição com dispositivos para proteção auditiva, respiratória e dérmica.



³⁷⁶ MAYNARD, Andrew D. et. al. Exposure to carbon nanotube material: aerosol release during the handling of unrefined single-walled carbon nanotube material. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. v. 67, 2004, issue 1. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287390490253688>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Fonte: BALLARÀ³⁷⁷

Infelizmente a resposta tende a ser negativa. As práticas para a gestão dos riscos provenientes das nanotecnologias são bem mais amplas. A Avaliação de Exposição Ocupacional deverá ser adaptada para prever um conjunto de atividades mais complexas que se dá desde minimizar o número de trabalhadores expostos, restringir o tempo de trabalho deste no processo produtivo, diminuir a quantidade do nanomaterial, promover uma limpeza efetiva do ambiente de trabalho, dos EPI's e dos maquinários, evitar a propagação das nanopartículas através de filtros de ar tipo HEPA, promover barreiras de contenção com acesso restrito ao processo industrial dos nanomateriais, entre outras medidas.³⁷⁸ As dificuldades de adoção de uma ou outra metodologia é que os nanomateriais tem a sua toxicidade alterada conforme o momento do processo de produção e da quantidade utilizada. Para isso, uma alternativa seria a estipulação de modelos de limites de exposições ocupacionais (OEL) estabelecidos de forma individual para cada nanomaterial, o qual será gerado a partir de métodos qualitativos e quantitativos.³⁷⁹

O *National Institute for Occupational Safety and Health* divulgou estudos no sentido de contribuir com algumas estratégias de metodologias para gestão dos riscos na exposição de trabalhadores.³⁸⁰ O objetivo do material é orientar estudos através da estratégia de bandas de exposição com a finalidade de fornecer meios para avaliar substâncias químicas em que existe falta de orientação, fornecendo assim outros meios para informar o manejo do risco e a toma de decisão de avaliação de riscos ocupacionais.³⁸¹ Nesse caso, o método utilizado é da exposição ocupacional pelo

³⁷⁷ BALLARÀ, Giuseppe Castellet. *Nanotecnologia sicura negli ambienti di lavoro*. Istituto Nazionale Per L'assicurazione Contro Gli Infortuni Sul Lavoro. Disponível em: <<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/nanotecnologia-sicura-negli-ambienti-di-lavoro.html>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁷⁸ NANOSAFEPACK. Boas Práticas para um manuseamento e utilização seguros de nanopartículas na indústria de embalagem. 1.ed. Espanha, 2014. p. 9. Disponível em: <http://www.nanosafepack.eu/sites/default/files/news-download-files/NanoSafePack%20Mini-Guide_Portuguese%20Version.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁷⁹ BERTI, Leandro Antunes; PORTO, Luismar Marques. *Nanossegurança: guia de boas práticas em nanotecnologia para a fabricação e laboratórios*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. p. 126-127.

³⁸⁰ NIOSH. *Technical report: The NIOSH occupational exposure banding process for chemical risk management*. By Lentz TJ, Seaton M, Rane P, Gilbert SJ, McKernan LT, Whittaker C. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.26616/NIOSHPUB2019132>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁸¹ NIOSH. *Technical report: The NIOSH occupational exposure banding process for chemical risk management*. By Lentz TJ, Seaton M, Rane P, Gilbert SJ, McKernan LT, Whittaker C. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National

processo de bandas (OEB), o qual utiliza dados de toxicidade química para atribuir uma gama de concentrações às quais as exposições devem ser controladas e definir faixas de concentrações de ar esperadas como protetivas da saúde do trabalhador.³⁸²

Todas essas medidas deverão ser alinhadas com treinamentos, melhorias de procedimentos, diálogos internos, construção de uma cultura preventiva, disponibilização de uma base de dados, nos moldes previstos no Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho da Organização Internacional do Trabalho.³⁸³

No que tange ao Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, este está previsto na Norma Regulamentadora n. 7 e tem como ideia a promoção e preservação da saúde dos trabalhadores no ambiente de trabalho. O desenvolvimento deste programa se dará pela efetivação de exames médicos e o acompanhamento clínico dos empregados durante a prestação de serviços:

7.4.1 O PCMSO deve incluir, entre outros, a realização obrigatória dos exames médicos:

- a) admissional;
- b) periódico;
- c) de retorno ao trabalho;
- d) de mudança de função;
- e) demissional.

7.4.2 Os exames de que trata o item 7.4.1 compreendem:

- a) avaliação clínica, abrangendo anamnese ocupacional e exame físico e mental;
- b) exames complementares, realizados de acordo com os termos específicos nesta NR e seus anexos.³⁸⁴

O PCMSO compreenderá em um estudo prévio das condições de trabalho e dos riscos existentes baseado na Avaliação de Exposição Ocupacional e no Programa de Gerenciamento de Risco, o qual estabelecerá um conjunto de exames clínicos e

Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), 2019, p. 27-28. Disponível em: <<https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2019132>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁸² NIOSH. *Technical report: The NIOSH occupational exposure banding process for chemical risk management*. By Lentz TJ, Seaton M, Rane P, Gilbert SJ, McKernan LT, Whittaker C. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), 2019, p. 27-28. Disponível em: <<https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2019132>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁸³ OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua*. 1. Ed. Abril de 2011. Disponível em: <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154878.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

³⁸⁴ BRASIL. *Portaria n. 3.214 de 08 de junho de 1978*. Norma Regulamentadora n. 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília, 1978. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-07.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

complementares para cada grupo de trabalhadores (e considerando o risco de cada atividade) a partir do conhecimento científico atualizado e com base nas conformidades médicas.³⁸⁵

A respeito do PCMSO, Gilberto Stürmer esclarece a sua função e objetivo:

Nesse sentido, o PCMSO é parte integrante de uma série de iniciativas com caráter preventivo a serem implementadas pela empresa no âmbito da saúde dos trabalhadores; e a interação com as outras normas regulamentares contribui para sua efetividade.

Para tanto, é necessário que, na elaboração e na execução desse programa, a empresa enfatize questões incidentes sobre o indivíduo e sobre a coletividade de trabalhadores, privilegiando o instrumental clínico-epidemiológico na abordagem da relação entre sua saúde e o trabalho, possibilitando assim a prevenção, o rastreamento e o diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho, inclusive de natureza subclínica, além da constatação da existência de casos de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores.³⁸⁶

O ponto complicado das empresas nanotecnológicas é: se existe uma dificuldade de avaliação dos riscos provenientes dos trabalhos com exposição aos nanomateriais como estipular ações médicas para a prevenção da saúde dos trabalhadores? A resposta para esse questionamento não é simples, visto que se está diante de estudos ainda não conclusivos sobre os efeitos das nanopartículas no corpo humano e na saúde das pessoas.

O primeiro passo a ser dado é que a empresa deve ter consciência e responsabilidade social de que o processo industrial nanotecnológico possui um risco com probabilidade de gerar prejuízos na saúde. Dessa forma, cabe ao empregador olvidar esforços no sentido de atuar da forma mais preventiva possível e investir em conhecimento técnico e especializado. É importante salientar que esse movimento da empresa de mudança no contexto da responsabilidade social exige uma visão mais ampla e sistêmica, pois acarretará novos valores organizacionais e novas maneiras de pensar a cadeia produtiva.³⁸⁷

Um padrão que poderá auxiliar no complemento das bases previstas no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional pátrio é o desenvolvido pela

³⁸⁵ MIRANDA, Carlos Roberto; DIAS, Carlos Roberto. PPR/PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20(1), jan./fev., 2004, p.226.

³⁸⁶ STÜRMER, Gilberto. Direitos Humanos e Meio Ambiente do Trabalho. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v.13, n. 25, p.155-172, Jan./Abr. 2016. p. 161.

³⁸⁷ MENDES, René Mendes; CAMPOS, Ana Cristina Castro. Saúde e Segurança no Trabalho Informal: Desafios e Oportunidades para a Indústria Brasileira. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, jul./set., 2004, p. 217-218.

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration* dos Estados Unidos. No modelo desenvolvido pela OSHA são recomendados passos na pré-contratação como rastreamento do histórico médico do empregado, histórico ocupacional, exame físico, avaliação de aptidão para o trabalho com o uso de equipamentos de proteção, monitoramento da linha de exposições específicas e congelamento de amostra sérica do trabalhador para a realização de testes posteriores. Além disso, a OSHA recomenda a adoção de testes mais frequentes baseados nas exposições específicas de cada trabalhador.³⁸⁸ Esse padrão deveria ser confrontado com o tipo de substância específica e o nível de exposição de massa da substância, precursores e subprodutos, além de monitoramento médico quando se tiver sintomas associados a uma potencial exposição.³⁸⁹

Outra medida possível, principalmente para a exposição a nanopartículas aéreas, seria a instalação de um contador de nanopartículas a fim de se revelar quais as áreas de maior exposição dentro do local de trabalho³⁹⁰, conforme a Figura 23 abaixo:

Figura 23: Exemplos de aparelhos de medição de nanopartículas.



³⁸⁸ OSHA. Occupational Safety and Health Administration. *Medical Program*. Disponível em: < <https://www.osha.gov/Publications/complinks/OSHG-HazWaste/5-6.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

³⁸⁹ VIEGAS, Maria de Fatima. Dificuldades na Vigilância Médica à saúde de trabalhadores expostos a nanopartículas. *II Seminário Internacional: Nanotecnologia e Trabalhadores*. São Paulo, Fundacentro, dezembro de 2008, p. 30. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/nanotecnologia/seminarios/2008/11-12-dez-sp-fatima-viegas.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

³⁹⁰ VIEGAS, Maria de Fatima. Dificuldades na Vigilância Médica à saúde de trabalhadores expostos a nanopartículas. *II Seminário Internacional: Nanotecnologia e Trabalhadores*. São Paulo, Fundacentro, dezembro de 2008, p. 34. Disponível em: < <http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/nanotecnologia/seminarios/2008/11-12-dez-sp-fatima-viegas.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

Fonte: TESTO.³⁹¹

No entanto, as medidas aqui exemplificadas não são suficientes. Existe uma clareza de que ainda não existem exames e testes para mensurar absorção transdérmica, transneuronal, gastrointestinal e respiratória das nanopartículas.³⁹²

Por fim, se percebe que é necessária a proteção dos direitos fundamentais dos trabalhadores, notadamente, àqueles que trabalham diretamente com nanotecnologias diante de todas as incertezas envolvidas nesta tecnologia. Para isso, resta imprescindível adotar ações para evitar possíveis riscos e danos aos envolvidos. Ademais, resta prudente que a nanosseguurança ingresse na normalização brasileira, ainda que o desenvolvimento dos nanomateriais seja bem rápido do que a capacidade de se analisar a toxicidade dos mesmos.³⁹³

Parece que a atuação estatal não será suficiente para solucionar a falta de regulação das nanotecnologias o que, de fato, chama a atenção para que outros atores e sujeitos assumam um papel nesse estudo e na formação de um novo cenário jurídico para que tenhamos disposições relativas aos riscos, saúde e segurança dos trabalhadores e preservação ambiental.³⁹⁴

Por isso, um cenário possível é a criação de códigos de conduta e programas de conformidade em que os sujeitos (empresas, órgãos, agências e trabalhadores) atuaram no sentido de suprir a regulação no meio ambiente de trabalho.

Como forma de apresentar um cenário geral das questões de segurança e medicina do trabalho nas empresas nanotecnológicas, no próximo tópico se apresentará os resultados dos questionários efetuados com empresas e laboratórios *nano*.

³⁹¹ TESTO. Testo do Brasil. Disponível em: <<https://www.testo.com/pt-BR/produtos/nanoparticulas>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

³⁹² VIEGAS, Maria de Fatima. Dificuldades na Vigilância Médica à saúde de trabalhadores expostos a nanopartículas. *II Seminário Internacional: Nanotecnologia e Trabalhadores*. São Paulo, Fundacentro, dezembro de 2008, p. 37. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/nanotecnologia/seminarios/2008/11-12-dez-sp-fatima-viegas.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

³⁹³ OLIVEIRA, André Luiz Meira de; BERTI, Leandro Antunes; ROLT, Carlos Roberto de. *Nanossegurança na prática: um guia para análise da segurança de empresas, laboratórios e consumidores que utilizam a nanotecnologia*. Florianópolis: Fundação Certi, 2017. p. 161.

³⁹⁴ ENGELMANN, Wilson; VON HOHENDORF, Raquel. Nanotecnologias e o Mundo do Trabalho: em busca de um “modelo” para o desenvolvimento do direito à informação compatível com o Direito do Trabalho Nanotecnológico. In: Maria Aurea Baroni Cecato; Cláudio Pedrosa Nunes; Mirta Gladys Lorena Manzo de Misailidis. (Org.). *Direito do Trabalho I* [Recurso eletrônico on-line]. 1. ed. Florianópolis: Conpedi, 2014, v. 1, p. 399-400.

5.2 Dados do Estudo de Caso: análise da pesquisa e a visão crítica dos resultados.

O principal ponto do Código de Conduta Privado das empresas que exploram atividades de nanotecnologia será a obrigação de adoção de um programa de integridade (“*compliance programs*”). Os “*compliance programs*” estabelecem metodologias e procedimentos de conformidades em diversos segmentos. No ramo da nanotecnologia, os “*compliance programs*” podem representar uma ferramenta no intuito de determinar sistemáticas para a gestão do risco no tocante à exposição dos empregados dos laboratórios de pesquisas e das empresas atuantes nas atividades que desenvolvem trabalhos com nanotecnologia. Frisa-se que é interessante demonstrar a preocupação com essa estipulação de padrões e critérios para os trabalhos nanotecnológicos, uma vez que, no Brasil, esse cuidado já se mostra presente através de inserções em Convenções Coletivas de Trabalho negociadas entre os trabalhadores da Indústria Química³⁹⁵ e Farmacêutica³⁹⁶ e as respectivas empresas, a fim de dar transparência para o processo de prevenção do risco inserido neste tipo de trabalho.

No presente trabalho se efetuará Estudo de Caso, como metodologia, a partir de múltiplos casos, tendo como pressuposto que “um caso é uma construção intelectual que busca oferecer uma representação de um fenômeno jurídico, em um contexto específico, a partir de um leque amplo de dados e informações”.³⁹⁷ Ainda sobre o conceito de estudo de caso:

[...] é possível caracterizar o “estudo de caso” é uma estratégia metodológica de construção de um objeto empírico muito bem definido e específico, potencialmente revelador de aspectos e características de uma problemática que não seriam facilmente acessados por intermédio de outras estratégias. Tomado dessa forma, o estudo de caso nos convoca a mergulhar profundamente em um fenômeno e a observar a partir de variadas fontes e

³⁹⁵ FETQUIMFAR. Federação dos Trabalhadores nas Indústrias Químicas e Farmacêuticas do Estado de São Paulo IN: *Convenção Coletiva de Trabalho 2015/2017*. Disponível em: <<http://fequimfar.com.br/wp-content/uploads/2015/05/CCT-FARMAC-2015-2017.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

³⁹⁶ SINDUSFARMA. Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo. in: *Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FetQuim – CUT*. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

³⁹⁷ MACHADO, Maira Rocha. O Estudo de caso na pesquisa em Direito. In: Machado, Máira Rocha (Org.). *Pesquisar empiricamente o direito*. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017. p. 357.

perspectivas. E, justamente por isso, boa parte do trabalho está em restringir e recortar o caso, explicitando suas fronteiras.³⁹⁸

A definição pela estratégia do estudo de caso se deu pelo fato de este ser um método de investigação que analisa um fenômeno dentro de seu contexto real, especialmente quando não se tem limites claros entre o fenômeno e o contexto.³⁹⁹

Nesse sentido, se utilizará a documentação direta com o propósito de demonstrar que as informações sobre os efeitos são reduzidos se estabelecerá uma pesquisa com Estudo de Caso com uma entrevista através de questionários a serem respondidos pelos laboratórios de pesquisa e/ou empresas, a fim de diagnosticar as boas práticas e a informação concebida sobre o risco, tendo como intuito a construção de uma melhoria no ambiente de trabalho nanotecnológico.

Para isso, se efetuou uma pesquisa de Estudo de Caso com 3 (três) laboratórios de nanotecnologia e 4 (quatro) empresas da indústria farmacêutica, química e de nanotecnologia, atuantes na área com o propósito de quantificar e qualificar uma coleta de dados relativos aos procedimentos adotados na área de segurança e medicina do trabalho quanto as atividades de nanotecnologia. O intuito desta pesquisa foi verificar, na prática, se era realizada a gestão do risco, se existia um conhecimento efetivo acerca do trabalho com nanotecnologia, bem como detalhar a metodologia de prevenção/precaução do risco nos laboratórios de pesquisa e nas empresas que atuam com nanotecnologia.

Salienta-se que caráter da pesquisa não tem como propósito identificar, publicizar ou veicular informações das companhias, tampouco aquelas delimitadas no questionário, mas tão somente analisar os dados coletados para fins acadêmicos e com finalidade de subsidiar a pesquisa para a tese de doutorado, sendo, portanto, assegurado o sigilo das informações e dos entrevistados, de modo que se mostra desnecessária a autorização do Comitê de Ética e Pesquisa da instituição, nos termos da Resolução nº. 510 do Conselho Nacional de Saúde.

Para tanto, foram efetuados 11 questionamentos para os representantes das empresas e laboratórios com o intuito de avaliar quais os procedimentos que são utilizados pelas empresas que atuam com nanotecnologias e como estas procedem

³⁹⁸ MACHADO, Maira Rocha. O estudo de caso na pesquisa em direito. In: Machado, Máira Rocha (Org.). *Pesquisar empiricamente o direito*. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017. P. 361.

³⁹⁹ YIN. Robert K. *Estudo de caso: planejamento e método*. Tradução de Daniel Grassi. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 32.

na gestão dos possíveis riscos produzidos pela exposição aos nanomateriais durante o processo industrial.

Os questionamentos foram separados da seguinte forma:

- 1 – A sua companhia é:*
- 2 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:*
- 3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?*
- 4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?*
- 5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?*
- 6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:*
- 7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?*
- 8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (compliance), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?*
- 9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?*
- 10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?*
- 11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?⁴⁰⁰*

A fim de facilitar o entendimento das respostas dos participantes no estudo de caso se iniciará pelas respostas dos laboratórios de pesquisa, sendo estes separados pela nomenclatura Laboratório A, Laboratório B e Laboratório C, para manter o sigilo e a identificação dos mesmos.

Todos os Laboratórios foram submetidos as perguntas descritas acima e suas respostas foram organizadas de forma objetiva em quadros esquemáticos com a

⁴⁰⁰ Questionamentos extraídos da pesquisa realizada com laboratórios e empresas disposto no Apêndice A desta Tese.

finalidade de facilitar o entendimento e manter a idoneidade das respostas, conforme transcrição no Anexo B.

Em uma análise preliminar se verifica que todos os Laboratórios são de origem nacional e estão localizados em diferentes estados da Federação, conforme o Quadro 9 abaixo:

Quadro 9: Laboratórios – Estado de Atuação.

Laboratório	Estado(s) de atuação
A	- <i>São Paulo</i>
B	- <i>Rio Grande do Sul</i>
C	- <i>Minas Gerais</i>

Esse dado se mostra importante uma vez que os laboratórios participantes são de realidades distintas, ainda que todos eles se localizem em três grandes estados brasileiros no que diz respeito a fatores econômicos.

Um outro que seria interessante ser ressaltado era quanto a quantidade de empregados. No entanto, nesse caso pontual, o dado é impreciso, pois alguns dos laboratórios participantes são ligados a instituições de ensino e/ou órgãos de pesquisa, de modo que o número de trabalhadores pode corresponder a totalidade do estabelecimento e não somente aqueles que prestam serviços diretamente no laboratório. Ainda assim, o Quadro 10 retrata a realidade dos pesquisados quanto ao número de empregados:

Quadro 10: Laboratórios – Quantidade de empregados.

Laboratório	Quantidade de empregados
A	- <i>100 a 200 empregados</i>
B	- <i>Mais de 1.000 empregados</i>
C	- <i>0 a 100 empregados</i>

Importante a comparação e a descrição do enquadramento dos laboratórios participantes do estudo de caso, conforme Quadro 11 abaixo:

Quadro 11: Laboratórios – Enquadramento.

Laboratório	Enquadramento
A	- <i>Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.</i>
B	- <i>Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.</i> - <i>Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.</i>
C	- <i>Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.</i> - <i>Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.</i>

Pelo Quadro 11 é nítido que todos os laboratórios participantes trabalham na elaboração de substância com nanotecnologia em laboratório próprio, fato este extremamente relevante para a pesquisa. Além disso, os laboratórios “B” e “C” também utilizam de incorporação de substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.

No que diz respeito aos nanomateriais pesquisados e/ou manipulados tem-se os seguintes resultados especificado no Quadro 12:

Quadro 12: Laboratórios – Especificação dos nanomateriais/nanotecnologias.

Laboratório	Especificação dos Nanomateriais/Nanotecnologias
A	- <i>Nanotubos de carbono, nanopartículas metálicas, óxido de grafeno.</i>
B	- <i>Nanomateriais diversos.</i>
C	- <i>Nanotubos de carbono, grafeno e nanobastões de ouro.</i>

No Quadro 13 se avaliou os procedimentos utilizados para a prevenção dos riscos ligados as nanotecnologias, sendo que se identificou que são utilizados equipamentos de proteção individuais e coletivos em todos os laboratórios participantes. Nos laboratórios “A” e “C” os equipamentos são específicos para nanotecnologias, enquanto no laboratório “B” são utilizados EPI’s comuns e procedimentos de segurança de bancada.

Quadro 13: Laboratórios – Procedimentos de prevenção.

Laboratório	Procedimentos para prevenção
A	- <i>Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.</i>
B	- <i>Utilização irrestrita de EPI's regulares e a utilização de procedimentos de segurança de bancada.</i>
C	- <i>Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.</i> - <i>Treinamentos e/ou palestras;</i>

De modo mais específico em relação aos EPI's, no Quadro 14 da pesquisa se mostrou que os equipamentos utilizados pelos laboratórios para a prevenção diária nos trabalhos com nanotecnologias:

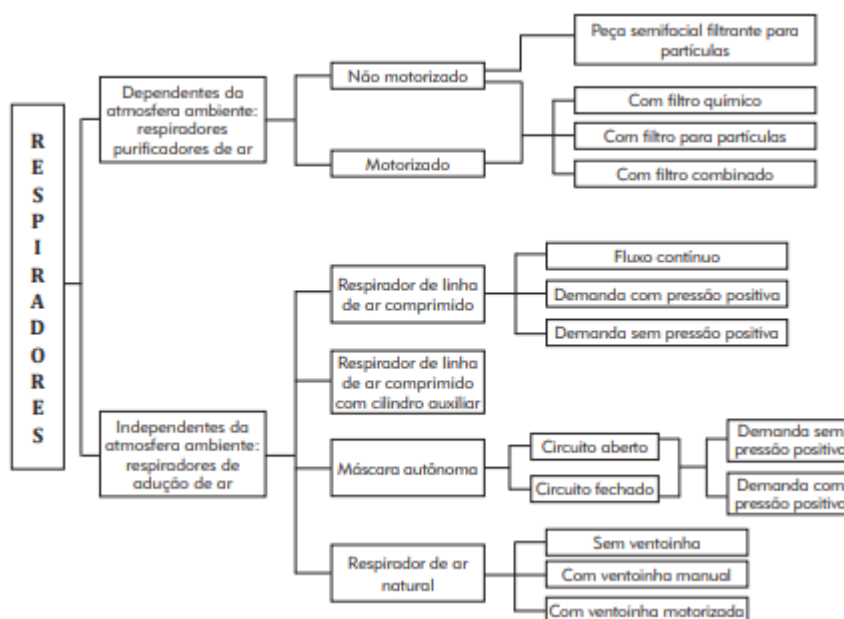
Quadro 14: Laboratórios – Equipamentos de proteção específicos (nano).

Laboratório	Equipamentos de proteção específicos (nano)
A	- <i>Filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros.</i>
B	- <i>Não são utilizados EPI's específicos.</i>
C	- <i>Manuseio em cabines de Segurança biológica, monitoramento de material particulado, Exaustores, determinação de pontos críticos de controle.</i>

Nesse contexto, chama a atenção que os laboratórios “A” e “C” citaram o uso através da utilização de filtro HEPA e exaustores, o que se mostra extremamente relevante, uma vez que o risco de contaminação dos nanomateriais pelo ar é um ponto crítico já constatado em razão da forma do processo produtivo. Também é interessante a citação de uso de máscaras respiratórias com materiais filtrantes. Existem diversos tipos de máscaras disponíveis no mercado com a finalidade de proteger o trabalhador de eventual risco associado pelas vias respiratórias. No entanto, para o risco decorrente das nanotecnologias deve se considerar que se trata de materiais que sofrem um processo diferenciado de tratamento e que são variados os seus efeitos. Para isso, resta necessário uma avaliação do nível de exposição ao

risco respiratório que o trabalhador está submetido através da medição da concentração dos contaminantes na zona respiratória ou a concentração do oxigênio, sendo que se considerará a concentração na média do tempo e eventuais influências externas como temperatura, estação do ano, processo operacional diferente.⁴⁰¹ Após essa análise se escolherá o tipo de respirador adequado para a proteção conforme as descrições especificadas na Figura 24 citada abaixo:

Figura 24: Classificação dos respiradores.



Fonte: TORLONI.⁴⁰²

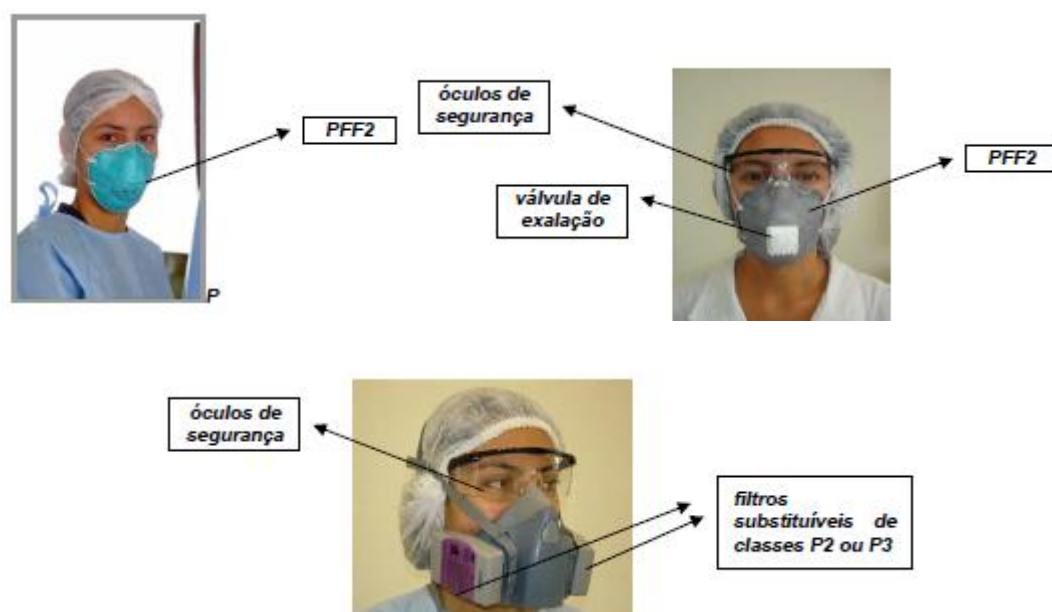
A partir da Figura 24 e das características dos nanomateriais se avalia que o ideal para o uso dos trabalhadores no cotidiano de trabalho seria o uso de respiradores purificadores de ar não motorizado. Nessa categoria se tem os equipamentos de proteção respiratória – purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF2), sendo estes com ou sem válvula de exalação. Estes equipamentos são extremamente eficazes contra agentes biológicos na forma de aerossóis e possuem filtros substituíveis. Por outro lado, também se tem os purificadores de ar com peça

⁴⁰¹ TORLONI, Maurício *Programa de proteção respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores*. Coordenador Técnico, Maurício Torloni; Equipe técnica, Antonio Vladimir Vieira, José Damásio de Aquino, Sílvia Helena de Araujo Nicolai e Eduardo Algranti. 4. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016. P.85.

⁴⁰² TORLONI, Maurício *Programa de proteção respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores*. Coordenador Técnico, Maurício Torloni; Equipe técnica, Antonio Vladimir Vieira, José Damásio de Aquino, Sílvia Helena de Araujo Nicolai e Eduardo Algranti. 4. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016. p.126.

semifacial e filtros substituíveis de classes P2 ou P3, o qual apresenta o mesmo nível de proteção ao PFF, mas exigem maiores cuidados de manutenção e higienização.⁴⁰³ Na Figura 25 se constata os tipos citados de máscaras eficazes para trabalhadores expostos a nanomateriais:

Figura 25: Descrição de respiradores de ar.



Fonte: BRASIL⁴⁰⁴

Uma outra questão relevante é a citação do uso de cabines de segurança biológica pelo Laboratório “C”. A cabine de segurança biológica é um relevante equipamento utilizado em laboratório “projetadas para fornecer proteção ao operador, ao ambiente e ao produto, fazendo parte de um amplo programa de biossegurança que requer o uso consistente de boas práticas microbiológicas” [...].⁴⁰⁵ A principal razão

⁴⁰³ BRASIL. FUNDACENTRO. Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde, 2009. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/project/cartilha-de-protecao-respiratoria-contr-agentes-biologicos-para-trabalhadores-de-saude/>. Acesso em: 13 dezembro 2021. p. 35

⁴⁰⁴ BRASIL. FUNDACENTRO. Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde, 2009. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/project/cartilha-de-protecao-respiratoria-contr-agentes-biologicos-para-trabalhadores-de-saude/>. Acesso em: 13 dezembro 2021. p. 35-36.

⁴⁰⁵ BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Biocontenção: o gerenciamento do risco em ambientes de alta contenção biológica NB3 e NBA3 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2015.p. 112.

de uso das cabines de segurança se dá pela necessidade de prevenção da propagação das partículas de aerossol:

As câmaras de segurança biológica (CSB) foram concebidas para proteger o operador, o ambiente laboratorial e o material de trabalho da exposição a aerossóis e salpicos resultantes do manuseamento de materiais que contêm agentes infecciosos, tais como culturas primárias, stocks e amostras para diagnóstico. Qualquer actividade que liberta energia num líquido ou semilíquido, tal como agitar, verter, misturar ou deitar um líquido numa superfície ou noutro líquido, produz partículas de aerossol. Outras actividades laboratoriais, como semear às riscas uma placa de gelose, inocular culturas de células em frascos com pipetas, utilizar uma pipeta com vários canais para injectar suspensões líquidas de agentes infecciosos em placas de microculturas, homogeneizar e turbilhonar material infeccioso, centrifugar líquidos infecciosos ou trabalhar com animais, podem gerar aerossóis infecciosos.⁴⁰⁶

A característica mais marcante da cabine de segurança biológica é justamente o uso de um filtro de ar particulado de alta eficiência (HEPA) ao sistema de exaustão. Este filtro HEPA retém 99.97% das partículas de 0.3µm de diâmetro e 99.99% das partículas maiores ou menores, de modo que ele atua diretamente para reter eventuais agentes infecciosos e permitindo que o ar fora da cabine fique livre de micropartículas.⁴⁰⁷ Estas cabines de segurança são subdivididas em três classes conforme a proteção de cada uma e o seu sistema de renovação de ar, na forma descrita na Tabela 5:

Tabela 5: Características das Cabines de Segurança Biológica Classes I, II e III.

CSB	Velocidade (m/s)	Fluxo de Ar Recirculado (%)	Fluxo de Ar Expelido (%)	Sistema de Exaustão
Classe I	0,36	0	100	Conexão rígida
Classe II A1	0,38-0,51	70	30	Exaustão para sala ou conexão (canopla)
Classe II A2 Ventilação para o Exterior	0,51	70	30	Exaustão para sala ou conexão (canopla)
Classe II B1	0,51	30	70	Conexão rígida
Classe II B2	0,51	0	100	Conexão rígida
Classe III	N/A	0	100	Conexão rígida

⁴⁰⁶ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.53.

⁴⁰⁷ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.53.

Fonte: OMS.⁴⁰⁸

A Organização Mundial de Saúde dispõe que a Seleção das cabines de segurança biológica ocorre a partir da proteção que ela garante conforme Tabela 6 exposta a seguir:

Tabela 6: Seleção de cabines de segurança biológica (CSB), segundo o tipo de proteção necessária.

TIPO DE PROTEÇÃO	SELECÇÃO DE CSB
Protecção do pessoal, microrganismos nos Grupos de Risco 1-3	Classe I, II, III
Protecção do pessoal, microrganismos no Grupo de Risco 4, laboratório com porta-luvas	Classe III
Protecção do pessoal, microrganismos no Grupo de Risco 4, laboratório com fatos pressurizados	Classe I, II
Protecção do produto	Classe II ou III unicamente se fluxo laminar incluído
Protecção contra radionuclídios/químicos voláteis, quantidades mínimas	Classe IIB1, Classe IIA2 de evacuação exterior
Protecção contra radionuclídios/químicos voláteis	Classe I, IIB2 ou III

Fonte: OMS.⁴⁰⁹

Nesse ponto é interessante citar como se dá o funcionamento básico da cabine de segurança biológica, tendo como ponto de partida que a sua função básica é a proteção do ar no ambiente. Assim, o ar é aspirado pela abertura na parte da frente da cabine com uma velocidade mínima de 0,6 m/s, passa por cima da zona de trabalho do pesquisador e sendo expelido pelo canal de escape em que se encontra o filtro HEPA. Cabe citar que o pesquisador estará protegido, uma vez que a sua visão se dará através de um painel de vidro e toda manipulação do produto dissipada pelo ar na área de pesquisa terá a sucção e eliminação pelo exaustor, a partir da Figura 26:⁴¹⁰

Figura 26: Diagrama esquemático de cabine de segurança biológica de Classe I.

⁴⁰⁸ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.58.

⁴⁰⁹ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.54.

⁴¹⁰ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.53-55.

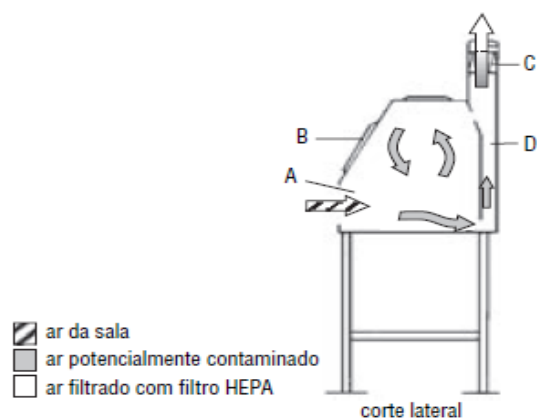


Diagrama esquemático de uma câmara de segurança biológica de Classe I
 A – Abertura frontal; B – Painel de observação; C – Filtro exaustor HEPA;
 D – Conduta do exaustor

Fonte: OMS.⁴¹¹

Exemplificadamente, na Figura 27 se colaciona imagem de um equipamento de cabine de segurança existente no mercado:

Figura 27: Exemplo de Cabine de Segurança Biológica.



Fonte: SPLABOR.⁴¹²

Assim, pode se perceber que a cabine de segurança biológica é um equipamento de proteção de suma importância e extremamente eficaz em razão do seu sistema de filtro HEPA e exaustor. Ademais, cabe citar que o pesquisador também

⁴¹¹ OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004. p.54.

⁴¹² SPLABOR. Cabine de Segurança Biológica. Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/produto/capela-de-seguranca-biologica-linha-700-renovacao-de-ar-de-30-e-recirculacao-de-70>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

deverá usar avental apropriado, luvas de proteção e máscara a fim de completar o ciclo de equipamentos de proteção individual e coletiva.

Quanto ao Programa de Integridade a pesquisa identificou que nenhum dos laboratórios pesquisados possui um Programa de Integridade com avaliação de riscos de segurança e medicina do trabalho, conforme Quadro 15:

Quadro 15: Laboratórios – Programa de Integridade existente.

Laboratório	Programa de integridade existente
A	- Não se aplica.
B	- Não se aplica.
C	- Não.

Em relação a atuação da CIPA se percebeu que é falha a atuação do órgão interno, pois somente no laboratório A se tem iniciativas ligadas a nanotecnologia, enquanto nos laboratórios B e C não existem atos específicos pelo exposto no Quadro 16:

Quadro 16: Laboratórios – CIPA atua em questões de nanotecnologia.

Laboratório	CIPA atua em questões de nanotecnologia
A	- Sim.
B	- Não.
C	- Não.

Uma conclusão perceptível nos laboratórios participantes do estudo é que não há um programa de “compliance” que avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho em nenhum dos laboratórios, bem como somente no Laboratório “A” que existe uma participação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes com palestras e/ou treinamentos.

De outro lado, se constatou que não existem, em nenhum dos três laboratórios participantes, disposições específicas acerca das nanotecnologias no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. Deste fato pode se constatar dois pontos. O primeiro é que os laboratórios de pesquisa possuem uma preocupação maior com o objeto da pesquisa, o que demonstra uma reticência dos pesquisadores

com eventuais exposições. A segunda questão é que, de um modo geral, o PCMSO dos laboratórios estão vinculados a instituições de ensino e/ou órgãos governamentais, os quais possuem questões gerais de controle médico e não necessariamente conectadas com as pesquisas e possíveis riscos atinentes a ela, como constatado no Quadro 17:

Quadro 17: Laboratórios – PCMSO específico para nanotecnologia.

Laboratório	PCMSO específico para nanotecnologia
A	- Não.
B	- Não se aplica.
C	- Não.

Por fim, no que diz respeito aos projetos futuros de trabalhos com nanotecnologias e os procedimentos preparatórios de exposição aos nanomateriais se teve as seguintes respostas no Quadro 18:

Quadro 18: Laboratórios – Projetos futuros – Procedimentos preparatórios.

Laboratório	Projetos futuros – Procedimentos preparatórios
A	- Sim. Palestras e treinamentos específicos.
B	- Não se aplica.
C	- Sim. Testes de toxicidade e ecotoxicidade, estabelecimento de ciclo de vida do produto.

Constatou-se que os laboratórios “A” e “C” possuem outros projetos futuros de trabalhos ligados às nanotecnologias. Nesse prisma, já existe uma ideia inicial de preparação para possíveis exposições aos nanomateriais com estudos prévios de toxicidade e ecotoxicidade no Laboratório “C” e palestras e treinamentos para o Laboratório “A”.

Sobre esse ponto cabe alguns comentários acerca dos testes de toxicidade e ecotoxicidade. Os testes de toxicidade podem ser definidos como:

Testes de toxicidade são ensaios laboratoriais, realizados sob condições experimentais específicas e controladas, utilizados para estimar a toxicidade de substâncias, efluentes industriais e amostras ambientais (águas ou sedimentos). Nesses ensaios, organismos-testes são expostos a diferentes

concentrações de amostra e os efeitos tóxicos produzidos sobre eles são observados e quantificados.⁴¹³

Já a Ecotoxicologia estuda as nuances decorrentes da interação entre substâncias naturais ou sintéticas sobre organismos vivos e os efeitos decorrentes desta atividade humana.⁴¹⁴ Por sua vez, os testes de ecotoxicidade consistem justamente nos ensaios dos materiais com organismos vivos, de modo a avaliar os efeitos e consequências.

De outro lado, tem-se os resultados dos questionários de 4 (quatro) empresas atuantes com nanotecnologias. As empresas participantes foram separadas pelas nomenclaturas de Empresa D, Empresa E, Empresa F e Empresa G, para manter o sigilo e a identificação destas. Todas as companhias foram submetidas as perguntas descritas anteriormente e suas respostas foram organizadas de forma objetiva em quadros esquemáticos com a finalidade de facilitar o entendimento e manter a idoneidade das respostas, conforme transcrição no Anexo C.

Inicialmente, se verifica que todas as empresas são de origem nacional e estão localizadas nos seguintes estados da Federação expostos no Quadro 19:

Quadro 19: Empresas – Estado(s) de atuação.

Empresa	Estado(s) de atuação
D	- <i>São Paulo.</i>
E	- <i>Santa Catarina.</i>
F	- <i>Santa Catarina.</i> - <i>Outro. Nossa tecnologia é comercializada no Brasil e em mais de 40 países.</i>
G	- <i>São Paulo.</i>

Nesse ponto, em particular, se constata uma concentração de dois estados, quais sejam, São Paulo e Santa Catarina. O Estado de São Paulo possui diversas regiões com zonas industriais fortes, de modo que é natural que esteja representado aqui por duas empresas. Já o Estado de Santa Catarina tem se mostrado um polo

⁴¹³ OLIVI, Carla Regina Costa e Paulo; ESPINDOLA, Clarice M. R. Botta e Evaldo L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Quim. Nova*, Vol. 31, n. 7, 2008. p. 1820.

⁴¹⁴ MAGALHÃES, Danielly de Paiva; FERRÃO FILHO, Aloysio da Silva. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, v.12, n.3, 2008. p.356.

muito forte para empresas que exploram novas tecnologias, tendo inclusive Florianópolis considerada como a Capital Nacional da Nanotecnologia e Novos materiais.⁴¹⁵

Quanto ao número de empregados se percebe que, em média, as empresas possuem um número de no máximo 100 empregados. Somente a empresa D destoa deste cenário, mas também por atuar em várias outras frentes que não somente o trabalho de nanotecnologia, enquanto as demais são mais focadas neste negócio pelo Quadro 20 exposto a seguir:

Quadro 20: Empresas – Quantidade de empregados.

Empresa	Quantidade de empregados
D	- Mais de 1.000 empregados.
E	- 0 a 100 empregados. Considero que se a pesquisa está sendo feita com laboratórios e startups também, um primeiro grupo de 0 a 100 empregados abrange empresas e laboratórios em momentos completamente diferentes, podendo atrapalhar um pouco a granularidade das informações obtidas. Nesse grupo por exemplo podemos ter empresas que nem iniciaram a entrada no mercado, com algo entre 0 e 5 funcionários (nosso caso) ou até já estarem no mercado com produções relativamente altas para um negócio de nanotecnologia (10 funcionários, produções na casa de centenas de litros por semana ou mês, por exemplo)
F	- 0 a 100 empregados.
G	- 0 a 100 empregados.

Quanto a existência de nanomateriais no processo produtivo e/ou de nanotecnologias aplicadas se constata que a Empresa D ainda não iniciou a etapa produtiva efetivamente, mas tão somente está em fase de pesquisa e desenvolvimento. Já a Empresa E identifica que produz nanopartículas personalizadas como o seu principal produto, sendo esclarecido, inclusive que o

⁴¹⁵ BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei n. 683/2019*. Confere ao Município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, o título de Capital Nacional da Nano Tecnologia e Novos Materiais. Brasília, 2019. Disponível em: < <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/135195>> Acesso em: 10 mar. 2022.

método de produção não prevê o manuseio, a produção ou utilização de materiais em pó. A empresa F trabalha com nanotecnologia e esclarece que os produtos da companhia não são classificados como nanomateriais em razão do tamanho da partícula, conforme classificação da Comunidade Europeia. Aqui cabe um pequeno parêntese para explicitar a definição de nanomaterial, conforme os documentos europeus:

Nanomaterial significa um natural, incidental ou material manufaturado contendo partículas, em um estado não ligado ou como um agregado ou como um aglomerado e onde, para 50% ou mais das partículas na distribuição do tamanho do número, um ou mais dimensões externas estão no tamanho de intervalo 1 nm-100 nm.

Em casos específicos e quando garantido por preocupações com o meio ambiente, saúde, segurança ou competitividade o número limite de distribuição de tamanho de 50% pode ser substituído por um limite entre 1 e 50%.⁴¹⁶

A empresa G especificou que produz nanomateriais tais como metais e óleos, conforme especificado no Quadro 21 abaixo:

Quadro 21: Empresas – Especificação dos Nanomateriais/Nanotecnologias.

Empresa	Especificação dos Nanomateriais/Nanotecnologias
D	<i>- Não temos produtos em etapa produtiva, mas apenas em etapa de desenvolvimento.</i>
E	<i>- A empresa produz nanopartículas personalizadas como seu principal produto. Considerando aspectos de segurança mencionados no questionário, é importante frisar que o método de produção escolhido pela empresa permite que em nenhum momento sejam manuseados, produzidos ou utilizados materiais em pó, sejam estes nanoparticulados ou não. A matéria prima é em geral em tamanho bulk, e os produtos são dispersões de nanopartículas em um meio líquido.</i>

⁴¹⁶ RAUSCHER, H.; ROEBBEN, G.; MECH, A.; GIBSON, P.; KESTENS, V.; LINSINGER, T.; RIEGO SINTES, J.. An overview of concepts and terms used in the European Commission's definition of nanomaterial, EUR 29647 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2760/459136>. Acesso em: 13 dez. 2021. p. 9.

F	- <i>Nanonotecnologia. Nossos produtos não são classificados como nanomateriais segundo definição da Comunidade Europeia em função do tamanho de partícula.</i>
G	- <i>Sim. Metais e óleos.</i>

Em relação ao enquadramento das empresas atuantes em nanotecnologias o Quadro 22 enumera as respostas:

Quadro 22: Empresas – Enquadramento.

Empresa	Enquadramento
D	- <i>Prefiro não responder. Não temos produtos em etapa produtiva, mas apenas em etapa de desenvolvimento.</i>
E	- <i>Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio. Produzimos nanopartículas em laboratórios e instalações de terceiros e/ou de universidades.</i>
F	- <i>Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.</i>
G	- <i>Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.</i>

Aqui se constata algo que ficou muito claro ao longo da pesquisa e do Estudo de Caso. Existe um enorme receio e melindre das empresas em participar da pesquisa. Mais de 20 empresas não responderam ou se negaram a participar dos estudos. Ainda assim, algumas participaram, mas não responderam adequadamente se posicionado através da opção “não se aplica” ou “prefiro não responder”. Salienta-se que este acadêmico assinou, inclusive, termo de compromisso de que respeitaria o sigilo e confidencialidade sobre as informações e identificação das empresas ou laboratórios.

A empresa D, por exemplo, em momento algum se posiciona no sentido contribuir para o esclarecimento de alguns pontos da pesquisa. No ponto em específico, esta preferiu não se enquadrar dentro dos itens sugeridos para fins de classificação. Por outro lado, se verificou que as Empresas E e G elaboram substâncias com o uso de nanotecnologias em laboratório próprio. No caso da

Empresa E, esta esclarece que produz nanopartículas em instalações de parceiros ou universidades conveniadas. Já a Empresa F efetua a fabricação de produto com nanotecnologia para a vendas para outras empresas, sendo inclusive comercializada no Brasil e em mais de 40 países.

No Quadro 23, quanto aos procedimentos de prevenção, se percebe na realidade das empresas pesquisadas que:

Quadro 23: Empresas – Procedimentos para prevenção.

Empresa	Procedimentos para prevenção
D	- <i>Outros. Como são produtos em desenvolvimento, são utilizados EPIs de rotina.</i>
E	- <i>Outros. Por utilizar espaço de laboratórios de universidades, por exemplo, a empresa segue os procedimentos de segurança do parceiro.</i>
F	- <i>Outros. Nossa uma empresa é muito responsável na tecnologia que desenvolvemos, não trabalhamos com materiais persistentes e com solventes orgânicos. Embora o PCMSO não identificou riscos à saúde dos colaboradores nossa CIPA é ativa e vigilante para garantir a saúde de todos.</i>
G	- <i>Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.</i>

A empresa D considera que, por estar somente em etapa de desenvolvimento, não seria necessário um procedimento diferenciado, especificando que utilizam Equipamentos de proteção individuais de rotina. Nesse ponto, considerando a realidade geral de um laboratório de pesquisa se pressupõe que os EPI's de rotina seriam jaleco, luvas, máscara e óculos de segurança. No entanto, se fosse considerar as boas práticas laboratoriais esse rol se ampliaria, conforme Figura 28 abaixo:

Figura 28: Equipamentos de proteção Individual.



Fonte: OLIVEIRA.⁴¹⁷

A Empresa E refere que segue os procedimentos de prevenção da universidade parceira, mas não explicitando se esta possui algum meio preventivo específico para as nanotecnologias. Na Empresa F cita outros meios que não aqueles citados como forma de prevenção. Ela refere que a companhia não trabalha com materiais persistentes e solventes orgânicos, bem com aduz que o PCMSO não identificou riscos e tem a CIPA bastante ativa e vigilante. A Empresa G, nesse ponto, apresenta um avanço em relação as demais, pois possui um PPRA e PCMSO específico para a exposição aos nanomateriais, o que agrega valor para um efetivo mecanismo de proteção aos trabalhadores.

Na mesma linha dos resultados acima, as empresas D e E não utilizam equipamentos de proteção específicos para nanotecnologias. A Empresa F usam os EPI's recomendados para materiais líquidos, biodegradáveis e com tamanho maior que 200 nm. A Empresa G como possui documentos específicos para a exposição aos nanomateriais, da mesma forma, usa EPI's enquadrados para nano, conforme Quadro 24:

⁴¹⁷ OLIVEIRA, Marta Barros Leite de. *Guia de biossegurança e boas práticas laborais* [recurso eletrônico] / Marta Barros Leite de Oliveira e Eddiê Aparecida Costa de Oliveira Silva. Petrolina, PE: HU UNIVASF, 2020. p. 16. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000018/000018f1.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

Quadro 24: Empresas – Equipamentos de proteção específicos (nano).

Empresa	Equipamentos de proteção específicos (nano)
D	- Não.
E	- Não.
F	- <i>Sim. Usamos os EPIs recomendados considerando que nosso produto é líquido, biodegradável, base aquosa e com tamanho maior que 200 nm.</i>
G	- <i>Sim.</i>

No que tange a existência de um Programa de Integridade, o Quadro 25 especifica que as empresas D e E não possuem um conjunto de medidas nesse sentido, enquanto as empresas F e G possuem o “compliance program” na sua corporação. A título ilustrativo se colaciona um pequeno trecho do programa de integridade de uma das companhias pesquisadas a respeito de segurança e saúde. Salienta-se que não se citará o nome da empresa a fim de manter o total sigilo e confidencialidade na pesquisa:

A *EMPRESA* tem como prioridades o zelo pela segurança física e a saúde de seus colaboradores, assim como com o meio ambiente. Sendo assim, a empresa trata de forma transparente as informações que possam impactar sobre os seus colaboradores, sociedade e meio ambiente. É fundamental para nossas atividades que nossos colaboradores, fornecedores e clientes partilhem de nossa postura em relação a estas premissas. O Colaborador deve:

- Atentar-se na fabricação dos produtos da empresa, evitando desperdícios de matérias primas e de recursos naturais utilizados em nossos processos evitando a geração de resíduos.
- Identificar e avaliar riscos e agir da maneira corretiva e preventiva para a resolução destes riscos.
- Informar com urgência quaisquer acidentes ou incidentes relacionados ao meio ambiente à administração local, e quando aplicável pela legislação local, informar também as autoridades competentes.
- Familiarizar-se com as políticas empregadas pela *EMPRESA* em relação aos cuidados com saúde, segurança e meio ambiente.
- Seguir rigorosamente as normas de segurança, saúde e meio ambiente.
- Informar corretivamente a seus colegas.⁴¹⁸:

Percebe-se que o texto estipula padrões de conduta da empresa tais como zelo pela segurança física dos colaboradores e transparência nas informações. Além

⁴¹⁸ Com a finalidade de preservar a identidade e o sigilo da empresa pesquisada se deixa de divulgar o nome da companhia e o sítio eletrônico em que se encontra o Programa de Integridade.

disso, estabelece padrões e compromissos que devem ser seguidos pelos empregados, dentre eles, avaliar os riscos e agir de modo corretivo e seguir rigorosamente as normas de segurança. Esse se mostra um padrão interessante para um início de modelo de programa de integridade para a saúde e segurança do trabalho.

Quadro 25: Empresas – Programa de integridade existente.

Empresa	Programa de integridade existente
D	- Não.
E	- Não se aplica.
F	- Sim. Toda a avaliação de risco é fundamentada no tipo de produto produzido.
G	- Sim.

A CIPA também foi objeto de questionamento na pesquisa, já que ela é o principal órgão interno relativo à segurança do trabalho. As Empresas D e E não possuem CIPA ou não tem treinamentos e/ou palestras sobre nanotecnologias, ao passo que as Empresas F e G tem atuação ativa na CIPA, conforme mostrado no Quadro 26:

Quadro 26: Empresas – CIPA atua em questões de nanotecnologia.

Empresa	CIPA atua em questões de nanotecnologia
D	- Não. Isso acontecerá oportunamente a depender dos produtos que serão desenvolvidos e produzidos em escala industrial.
E	- Não possui CIPA.
F	- Sim.
G	- Sim.

O Quadro 27 expõe que o PCMSO com exames específicos para a exposição aos nanomateriais somente obteve resposta positiva na Empresa G. Nas demais, se constatou não aplicação a pergunta ou não possui algo nesse sentido.

Quadro 27: Empresas – PCMSO específico para nanotecnologia.

Empresa	PCMSO específico para nanotecnologia
D	- Não.
E	- Não se aplica.
F	- Não se aplica. O PCMSO não identificou riscos associados a nossa atividade que requeiram exames complementares.
G	- Sim.

Por fim, no Quadro 28 também foi objeto de questionamento os procedimentos preparatórios que as empresas terão com eventuais projetos futuros. As Empresas D e E não possuem, atualmente, alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais. Já as Empresa F e G refere que todas as medidas que tiveram impactos na saúde do trabalhador ou outras quiser passam por uma avaliação de riscos.

Quadro 28: Empresas – Projetos futuros – Procedimentos preparatórios.

Empresa	Projetos futuros – Procedimentos preparatórios
D	- Não. Haverá oportunamente como já comentado acima.
E	- Não se aplica.
F	- Sim. Eventuais mudanças que tenham impacto na saúde do trabalhador serão certamente consideradas.
G	- Sim. Todas iniciativas de novos projetos passam por uma avaliação de riscos antes de serem iniciadas de fato.

A título ilustrativo colacionam fotografias de dois laboratórios de pesquisas com exploração de nanotecnologias, sendo um deles em Santa Catarina e outro em Oslo na Noruega, conforme Figuras 29 e 30 abaixo:

Figura 29: Laboratório de Nanotecnologia em Santa Catarina.



Fonte: ABDI⁴¹⁹

Figura 30: Laboratório de Nanotecnologia em Oslo-Noruega.



Fonte: MINALAB ⁴²⁰

As respostas aos questionamentos mostraram uma dificuldade de obter respostas objetivas de algumas empresas quanto aos seus procedimentos, seja pelo receio de alguma publicização ou pelo fato de seus projetos ainda não estarem em um nível avançado a ponto de avaliar segurança e saúde no trabalho. Por outro lado, se constatou um claro padrão nas Empresas F e G de que existem medidas

⁴¹⁹ ABDI. *Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial*. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macrooportunidades>. Acesso em: 14 dez. 2021.

⁴²⁰ MINALAB. *Micro and Nanotechnology Laboratory*. Department of Informatics, University of Oslo. Disponível em: <https://www.mn.uio.no/fysikk/english/research/minalab/>. Acesso: 14 dez, 2021.

preventivas importantes para os trabalhadores e todas elas em estágio maduro e consciente. Certamente, isso reflete diretamente em meio ambiente de trabalho mais saudável e, mais ainda, em um fator diferencial destas empresas no mercado das nanotecnologias.

Assim, para conectar os resultados da pesquisa com as empresas e laboratórios, no próximo tópico, se apresentará um modelo de Programa de Integridade para companhias nanotecnológicas.

5.3 A proposta de um Programa de Integridade aplicado para as empresas nanotecnológicas: novas bases para uma Gestão de Riscos e uma Avaliação de Exposição Ocupacional.

Nesse tópico, se apresentará o resultado concreto do estudo teórico e prático desenvolvido ao longo da tese. A ideia desta Tese sempre foi entregar uma pesquisa madura a respeito da doutrina e dos estudos no tema de Gestão de Riscos, Nanotecnologia e Segurança e Saúde do Trabalho, mas também obter um resultado concreto que pudesse ser utilizado nas empresas como um parâmetro de Gestão de Riscos.

Para tanto, o Programa de Integridade, como visto no capítulo antecedente é um conjunto de mecanismos que avalia a conformidade da companhia e pressupõe a detecção de eventuais desvios ou irregularidades da empresa. No nosso caso, a premissa é bem mais específica o Programa de Integridade Nanotech aloca o sistema de prevenção única e exclusivamente em torno do risco que possa ser gerado pelas nanotecnologias.

Desse modo, se apresenta o Resultado final do Programa de Integridade Nanotech na sua forma consolidada:

PROGRAMA DE INTEGRIDADE NANOTECH

1 – Apresentação.

O Programa de Integridade Nanotech é um conjunto de procedimentos que tem como finalidade auxiliar na gestão de riscos do processo produtivo da empresa que trabalha com nanotecnologias.

A diretriz base do programa segue os preceitos previstos no artigo 41 do Decreto n. 8.420/15:

Programa de integridade consiste, no âmbito de uma pessoa jurídica, no conjunto de mecanismos e procedimentos internos de integridade, auditoria e incentivo à denúncia de irregularidades e na aplicação efetiva de códigos de ética, políticas e diretrizes com objetivo de detectar e sanar desvios, fraudes, irregularidades e atos ilícitos praticados contra a administração pública, nacional ou estrangeira.

Não obstante o conceito legal, esse programa de *compliance* é específico para a gestão de riscos do processo produtivo, além de ser focado nas questões de segurança e medicina do trabalho nas empresas.

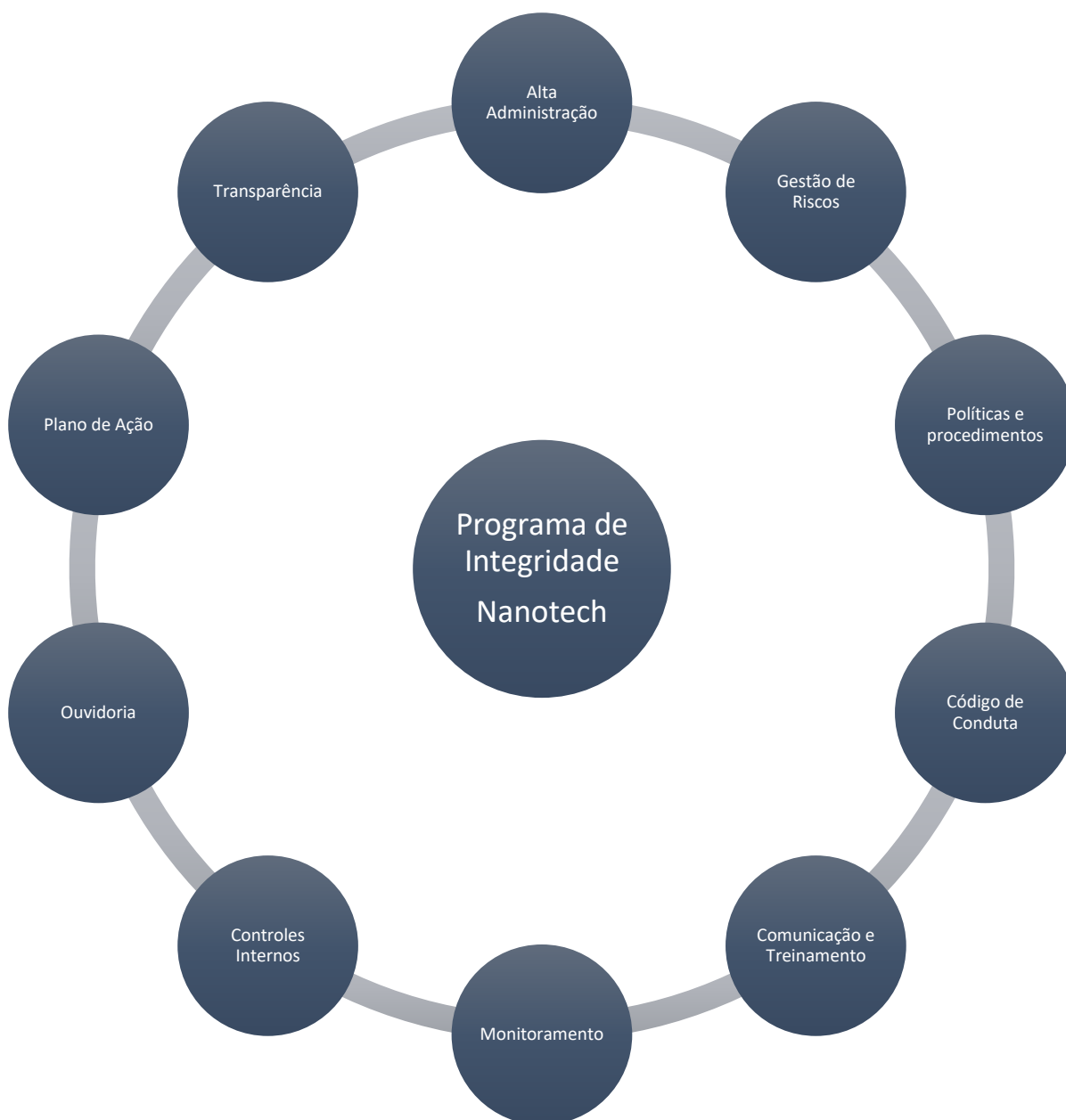
Para isso, os mecanismos aqui dispostos visam avaliar e a mitigar os riscos de não conformidade, tendo como finalidade principal aperfeiçoar os procedimentos da organização e garantir o alinhamento com seus princípios, valores, normas nacionais e internacionais.

2 - Estrutura do Programa de Integridade.

Considerando a finalidade exposta anteriormente deste Programa de Integridade, a sua estrutura é menos formal do que outros documentos análogos. Em razão disso, os pilares deste Programa *Nanotech* estão centrados em 10 pontos, quais sejam:

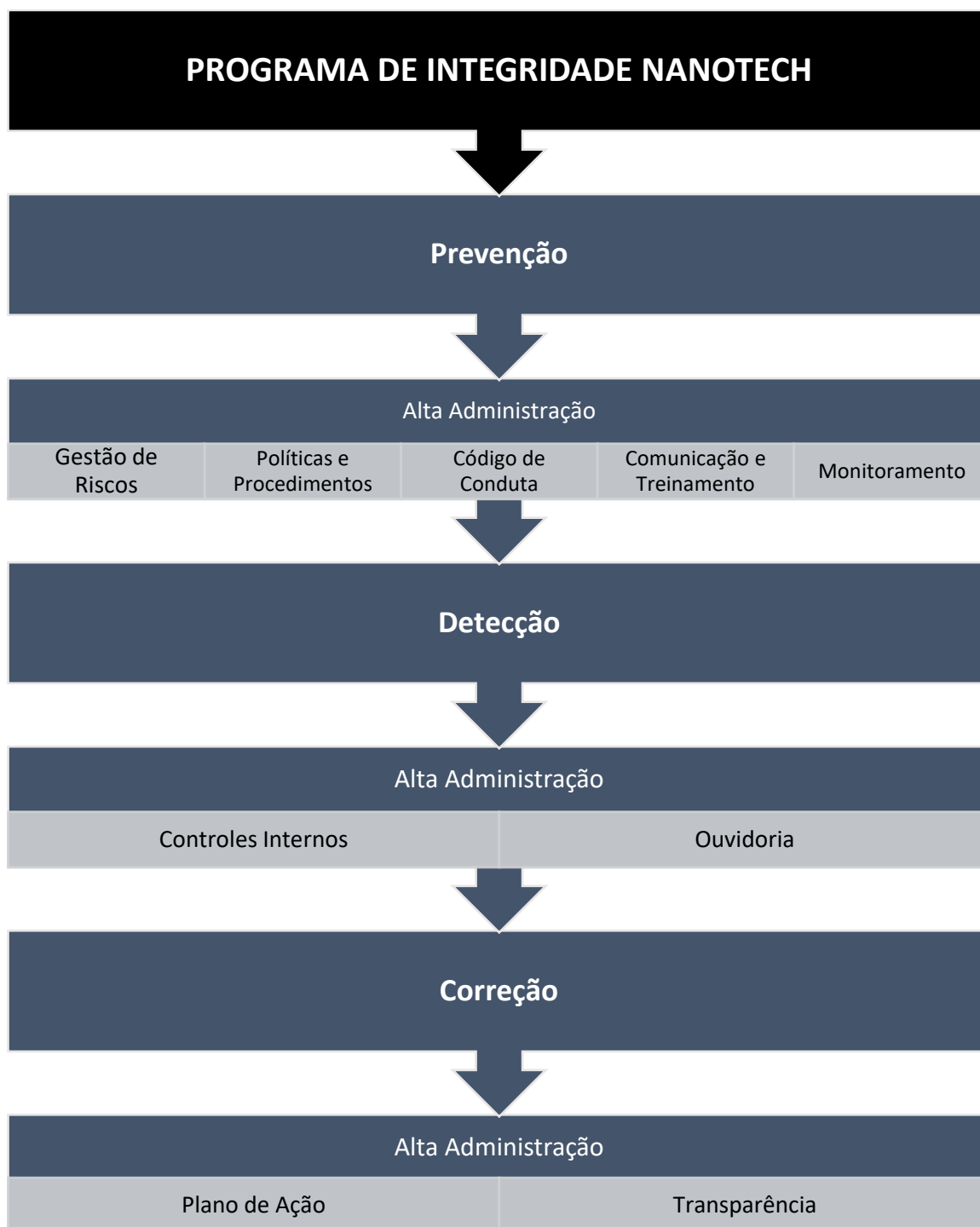
- A. Alta Administração;
- B. Gestão de riscos;
- C. Políticas e procedimentos;
- D. Código de conduta;
- E. Comunicação e treinamento;
- F. Monitoramento;
- G. Controles internos;
- H. Ouvidoria;
- I. Plano de ação;
- J. Transparência;

Abaixo a descrição macro do sistema criado neste Programa de Integridade:



3 - Implementação do Programa de *Compliance*.

A implementação do Programa ocorre com o envolvimento da Alta direção e de todos os trabalhadores de modo operacionalizar os passos para a prevenção, detecção e correção dos processos.



4. Benefícios.

Entre os benefícios do Programa estão os seguintes pontos:

- Disseminar uma cultura de prevenção e gestão de riscos por todos no ambiente de trabalho;

- Facilitar a gestão das conformidades e as ações objetivas a fim de manter a empresa dentro de padrões elevados de proteção à saúde e segurança no trabalho;
- Melhorar a reputação e imagem da empresa criando valor para as pessoas internas e para o público em geral;

5. Pilares do programa.

O Programa de Integridade Nanotech possui 10 pilares específicos para as questões de segurança e saúde no trabalho:

5.1 Pilar A – Alta Administração

A Alta Administração da empresa assegura o cumprimento integral do Programa, seja no que diz respeito a criação de meios para que o sistema se mantenha ativo tanto quanto na participação da diretoria nos mecanismos de prevenção. Além disso, o apoio da gestão diretiva se dá também na postura ética e transparente nas relações com os colaboradores e stakeholders.

5.2 Pilar B – Gestão de riscos.

Conhecer as vulnerabilidades e riscos no processo produtivo são vitais para uma Gestão de Riscos. A Gestão de Riscos no ambiente de trabalho se partiria da avaliação de cada setor de trabalho e cada nanomaterial a fim de ser uma amplitude no processo produtivo. Para isso se faria necessário os passos abaixo para uma efetiva Gestão de Riscos em sentido amplo, tendo como passos específicos:

- 1) Coleta de informações;
- 2) Nanomateriais com exposição;
- 3) Medidas preventivas básicas;
- 4) Estudo dos níveis e dos meios de contaminação;
- 5) Novos Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva;
- 6) Medição Constante e Resultados;
- 7) Publicização no ambiente de trabalho;
- 8) Controle de Patologias Ocupacionais;

- 9) Avaliações e Revisão do processo;
- 10) Treinamentos.

5.3 Pilar C – Políticas e procedimentos.

O Programa de Compliance se subsidia de documentos institucionais para basear quais são os padrões esperados de cada pessoa inserida nessa cadeia organizacional. Os principais documentos a serem seguidos são: Regulamento Interno/Estatuto; Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho; Avaliação de Exposição Ocupacional; Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

5.4 Pilar D – Código de Conduta.

O Código de Conduta tem o papel de orientar os padrões de conduta esperados e as responsabilidades de cada um internamente, com público externo e entidades em geral. Os preceitos básicos do Código de Conduta são:

- Transparência em toda informação, nas relações de trabalho e pesquisa;
- Observar as regras de boa conduta nas atividades de pesquisa;
- Estimular e prover a boa-fé entre todos os integrantes do trabalho nanotecnológico;
- Promover uma cultura de Gestão de Riscos no ambiente de trabalho;
- Garantir o total cumprimento de boas práticas de Segurança e Saúde no Trabalho com a finalidade de obter a máxima proteção nos trabalhos realizados;
- Zelar pelas questões éticas, seja na pesquisa e nas atividades profissionais;
- Intensificar o debate quanto aos novos riscos atinentes ao trabalho, novas práticas e reduzir a exposição das pessoas a possíveis prejuízos;

5.5 Pilar E – Comunicação e treinamento.

A disseminação do Programa e propagação da informação é pressuposto de uma política de *compliance* em qualquer nível.

Considerando os temas de Segurança e Saúde no Trabalho as ações de comunicação e de treinamento devem ser adaptadas a cada tipo de público visando

uma maior efetividade. Ainda, um fator vital na comunicação e no treinamento é o auxílio na discussão e aplicação da gestão da consequência em casos de alguma irregularidade ou risco distinto.

5.6 Pilar F – Monitoramento.

O Monitoramento será composto de uma diretriz básica que avaliará, trimestralmente, os riscos de todos os setores para se aferir se houve alteração de alguma condição de trabalho ou grau de exposição, bem como se houve alguma nova disposição nos órgãos fiscalizadores e reguladores em matéria de Saúde e Segurança do Trabalho.

Com isso, por consequência, a Avaliação de Exposição Ocupacional e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional serão revisitados e atualizados para manter as políticas nos padrões nacionais e internacionais.

5.7 Pilar G – Controles internos.

Os Controles Internos terão como propósito que eventos indesejáveis sejam prevenidos, detectados e corrigidos tempestivamente e adequadamente.

Para tanto, se fará necessário uma análise inicial da situação em si com validação documental, elaboração de relatório com o desenho da recomendação e criticidade do risco existente, apresentação para o Comitê competente ou Alta Administração. Ao fim, resultará um plano de Ação, conforme descrito abaixo.

5.8 Pilar H – Ouvidoria.

A ouvidoria terá como papel ser um meio de alerta para potenciais violações no Código de Conduta, nas Políticas internas e no próprio Programa de Compliance. Assim, servirá como um Canal de Denúncia que receberá denúncias para avaliar possíveis inconformidades e dúvidas nos procedimentos através do e-mail ouvidoria@empresa.com, o qual garantirá sigilo na identidade da pessoa e nas informações prestadas.

5.9 Pilar I – Plano de ação.

O Plano de Ação é etapa complementar dos Controles Internos em que se determinará as seguintes questões: a) recomendação descrita com a alteração e/ou melhoria no processo interno; b) responsável pela execução e acompanhamento; c) prazo para execução; d) urgência ou prioridade da demanda.

5.10 Pilar J – Transparência.

Em posterior a todo o cumprimento da cadeia da Política de Compliance, a transparência ocorrerá através do fortalecimento da parceria da Alta administração com os colaboradores, parceiros e demais envolvidos nas questões de Saúde e Segurança do Trabalho. Ainda, essa transparência se consolidará com a divulgação imediata de um novo risco ou a alteração de um risco conhecido, bem como com a imediata explicitação das ações preventivas no sentido de reduzir ou mitigar tais problemas. Esse é um compromisso de boa-fé na relação entre empresa e colaborador.

Um outro resultado que a Tese de propôs foi apresentar um modelo básico de Avaliação de Exposição Ocupacional, mais especificadamente, na avaliação de um setor de trabalho com nanopartículas e nanocompósitos e outro com nanotubos de carbono. A proposta expõe a preocupação com o uso de equipamentos de proteção individuais e manejo de alguns tipos de equipamentos de proteção coletiva, além de medidas complementares consideradas importantes para um meio ambiente de trabalho saudável e seguro:

AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL	
Setor de Trabalho	Laboratório de pesquisa.
Cargo	Pesquisador.
Descrição das Atividades	Atividades de pesquisa com nanocompósitos e nanopartículas com aplicabilidade em diversas áreas tecnológicas e do meio ambiente.
Número de Trabalhadores	1.
Grupo	Químico.

Agente	Nanopartículas e nanocompósitos aplicados.
Tipo de Exposição	Permanente.
Meio de Propagação	Via Respiratória e via cutânea.
Risco à saúde	Problemas respiratório, náuseas, dores de cabeça, estresse, insônia.
E.P.I. Existente	Máscara purificadora de ar com peça facial ou semifacial com filtros substituíveis de classes P2 ou P3, óculos de segurança, luvas para proteção contra agentes químicos, jalecos e calçados com proteção contra agentes químicos.
E.P.C. Existente	Exaustor com filtro HEPA, Cabine de Segurança Biológica, Capela de Exaustão.
Medidas complementares	Medição constante do ar para avaliar a concentração de oxigênio, Aparelho Contador de nanopartículas.

AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL	
Setor de Trabalho	Laboratório de pesquisa.
Cargo	Pesquisador.
Descrição das Atividades	Atividades de pesquisa com nanocompósitos e nanopartículas com aplicabilidade em diversas áreas tecnológicas e do meio ambiente.
Número de Trabalhadores	1.
Grupo	Químico.
Agente	Nanotubos de carbono
Tipo de Exposição	Permanente.
Meio de Propagação	Via Respiratória e via cutânea.
Risco à saúde	Problemas respiratório, náuseas, dores de cabeça, estresse, insônia, produto com potencial cancerígeno.

Limite de exposição ocupacional	não deve exceder 1,0 microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de carbono elementar como uma concentração média ponderada de 8 horas de massa respirável.
E.P.I. Existente	Máscara purificadora de ar com peça facial ou semifacial com filtros substituíveis de classes P2 ou P3, óculos de segurança, luvas para proteção contra agentes químicos, jalecos e calçados com proteção contra agentes químicos.
E.P.C. Existente	Exaustor com filtro HEPA, Cabine de Segurança Biológica, Capela de Exaustão.
Medidas complementares	Medição constante do ar para avaliar a concentração de oxigênio, Aparelho Contador de nanopartículas.

6 CONCLUSÃO

Os Códigos de Conduta Privados são uma nova ferramenta utilizada pelas empresas para vincular padrões e/ou condutas esperadas dos empregados, gestores, acionistas e público em geral com relações diretas com a companhia. Da mesma forma, se entende que “um código de conduta é uma declaração formal de valores e práticas corporativas.”⁴²¹

A questão que se discute intensamente é a forma como ele é criado e a sua existência no mundo jurídico. Conforme explicitado, o Código de Conduta Corporativo é criado por particulares, sem interferência estatal e com atuação em empresas transnacionais, isto é, além das fronteiras do poder do Estado.

Dentro deste contexto, é que se verificou que a Teoria Clássica das Fontes do Direito não se encaixaria no panorama dos Códigos de Conduta, já que encontrava resistência diante da inexistência de status normativo para o próprio Código e para as nanotecnologias, os quais seriam o ponto central de debate. Com isso, se apresentou a necessidade de ampliar o horizonte das Fontes do Direito para um novo modelo. A partir da teoria do Diálogo das Fontes explicitada se constatou que o modelo do pluralismo através da autorregulação seria a melhor alternativa para o preenchimento da lacuna existente no ordenamento jurídico. Tal fato foi possível através da base teórica de Gunther Teubner que amplia o conceito de Constituição, a ponto de se entender como uma Constituição Privada e que poderia suprir a atuação estatal.⁴²²

Verificou-se que existe uma restrição a atuação dos Códigos de Conduta, seja pelo seu caráter voluntário e pelo risco de ineficácia nas condições ali propostas. O fato de muitos destes códigos sequer terem participação dos trabalhadores ou de entidades representativas retira o cunho democrático do documento, além do fato de que, em algumas oportunidades, as partes interessadas não tem conhecimento da existência desta política interna. Uma outra crítica analisada é que o documento muitas vezes é originalmente criado para a matriz da empresa e é replicado para as

⁴²¹ BARZOTTO, Luciane Cardoso. Códigos de Conduta, Responsabilidade Empresarial e Direitos Humanos dos Trabalhadores. *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Brasília, vol. 69, n. 1, jan./jun. 2003, p. 89.

⁴²² TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. p. 110-111.

filiais sem nenhum tipo de discussão ou adequação, o que, novamente, coloca em descrédito o Código de Conduta.

Frente a isso, as nanotecnologias se apresentam como um novo mundo para o mercado, novos produtos, novas possibilidades e o seu caráter de inovação sempre crescendo cada vez mais.

Recentemente, foi publicado o Planejamento Estratégico da Iniciativa Nacional de Nanotecnologia do Governo dos Estados Unidos da América, ocasião em que se constata a importância das nanotecnologias para o país e para os cidadãos. Nesse documento são traçadas metas para o desenvolvimento das Nanotecnologias:

- Meta 1. Assegurar que os Estados Unidos continuem sendo líderes mundiais em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia.
- Meta 2. Promover a comercialização de P&D em nanotecnologia.
- Meta 3. Fornecer a infraestrutura para apoiar de forma sustentável a pesquisa, o desenvolvimento e a implantação de nanotecnologia.
- Meta 4. Engajar o público e expandir a força de trabalho em nanotecnologia.
- Meta 5. Assegurar o desenvolvimento responsável da nanotecnologia.⁴²³

As pesquisas em nanotecnologias avançam rapidamente e, em conjunto, crescem as incertezas decorrentes dos efeitos produzidos pela exposição dos trabalhadores aos nanomateriais. Para isso, a matriz teórica analisada foi a Teoria do Risco e Perigo de Niklas Luhmann, a qual se percebeu como adequada para a questão das nanotecnologias.

A teoria luhmaniana através do binômio provável-improvável trabalha com a indeterminação do futuro e se encaixa na ideia das incertezas decorrentes dos nanomateriais, bem como estabelece o processo de tomada de decisão como elemento chave.⁴²⁴

No que tange a aplicação do princípio da precaução se percebeu que este é adequado para lidar com as questões ainda não clareadas das nanotecnologias, já que impõe o agir antecipado para a adoção de medidas preventivas diante de um risco.⁴²⁵

⁴²³ NNI. National Nanotechnology Initiative (NNI) Strategic Plan.2021. Disponível em: <<https://www.nano.gov/2021strategicplan>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

⁴²⁴ LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992. p. 65.

⁴²⁵ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Parte I – direito constitucional ambiental português e da União Europeia. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 5. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2012.p. 29.

Da mesma forma, o princípio da precaução é considerado para fins de tomada de decisão com a finalidade de reduzir os riscos e eventuais prejuízos, além de conduzir uma linha de criação de medidas protetivas a exposição aos nanomateriais.

Retornando ao ponto inicial, a tese tinha como problema de pesquisa: Quais os elementos estruturantes dos Códigos de Conduta Privados e Transnacionais que podem colaborar para uma melhor gestão dos riscos decorrente das atividades empresariais de base nanotecnológica no contexto do meio ambiente de trabalho?

A hipótese apresentada na parte preliminar do trabalho pretendia demonstrar que os elementos estruturantes dos Códigos de Conduta serão: a) transparência e difusão das informações relativos aos potenciais riscos a exposição de nanomateriais; b) boa-fé das partes; c) a criação de uma Avaliação de Exposição Ocupacional adequada para as medidas protetivas e preventivas dos riscos aos nanomateriais baseado nos estudos de organizações de saúde e segurança do trabalho nacionais e internacionais; d) a criação de um programa de *compliance* adotado a partir da gestão de riscos a partir dos preceitos dos princípios da precaução e da prevenção.

Ainda, conforme exposto na introdução, uma hipótese complementar seria de que o empregador deve levar em consideração que é seu dever informar que o empregado está exposto a um possível risco nanotecnológico, com transparência e boa-fé nas relações empregatícias, a fim de reduzir a confusão entre as informações, sendo de importante a criação e adoção de medidas preventivas rígidas ligadas a um programa de conformidade a partir de um marco legal criado pelas empresas com um Código de Conduta Privado. Além disso, visava a criação de uma Avaliação de Exposição Ocupacional baseada nas medidas adotadas pelas organizações nacionais e internacionais, tais quais, *FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo*, *The National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH*, *The Occupational Safety and Health Administration – OSHA*, *Organização Mundial de Saúde – OMS*, *Organização Internacional do Trabalho – OIT* e *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE*.

Quanto a hipótese inicial esta foi confirmada, uma vez que se constatou que a transparência e informação sobre os riscos são elementos estruturantes vitais para um Código de Conduta Corporativo, uma vez que colocam os trabalhadores expostos aos nanomateriais no centro do debate e das discussões dos riscos das nanotecnologias. Ainda, a boa-fé também se confirmou como elemento central, pois o dever de boa-fé entre as partes surge da confiança de que todos olvidam seus

esforços para atingir melhores horizontes e estão seguindo os preceitos éticos da organização.

Os dois outros elementos estruturantes do Código de Conduta Corporativo são a criação de uma Avaliação de Exposição Ocupacional adequada para os nanomateriais e o programa de compliance nanotech.

Quanto a Avaliação de Exposição Ocupacional, esta foi produzida através dos estudos efetuados nos órgãos e entidades nacionais e internacionais, os quais auxiliaram em diversos estudos para a estipulação de padrões a serem seguidos no documento que esclarece os riscos da exposição e de que se atua através de equipamentos de proteção individuais e coletivas.

Da mesma, a partir dos estudos efetuados nos órgãos e entidades nacionais e internacionais e das teorias aqui explicitadas se propôs um documento denominado de Programa de Compliance Nanotech. Obviamente, por questões de limitação não foi possível ser mais específico quanto a alguns itens dispostos no documento, eis que dependem da realidade de cada empresa. Em razão disso, os pilares deste Programa *Nanotech* estão centrados em 10 pontos, quais sejam:

- A. Alta Administração;
- B. Gestão de riscos;
- C. Políticas e procedimentos;
- D. Código de conduta;
- E. Comunicação e treinamento;
- F. Monitoramento;
- G. Controles internos;
- H. Ouvidoria;
- I. Plano de ação;
- J. Transparência;⁴²⁶

O programa de integridade é disposto de forma circular, pois ele está em constante atuação, revisão e andamento. Ainda, se criou padrões para a Prevenção, Detecção e Correção dos processos internos.

⁴²⁶ Trecho extraído do Programa Nanotech elaborado pelo autor e inserido no Apêndice D desta Tese.

Uma contribuição importante que o programa de compliance apresentada nesta Tese e que foi criada pelo autor é o modelo de Gestão de Riscos nas empresas com nanotecnologias e que segue os seguintes passos: 1) Coleta de informações; 2) Nanomateriais com exposição; 3) Medidas preventivas básicas; 4) Estudo dos níveis e dos meios de contaminação; 5) Novos Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva; 6) Medição Constante e Resultados; 7) Publicização no ambiente de trabalho; 8) Controle de Patologias Ocupacionais; 9) Avaliações e Revisão do processo; 10) Treinamentos.

Também cabe salientar as disposições específicas do Código de Conduta, o qual é centrado nos preceitos:

- Transparência em toda informação, nas relações de trabalho e pesquisa;
- Observar as regras de boa conduta nas atividades de pesquisa;
- Estimular e prover a boa-fé entre todos os integrantes do trabalho nanotecnológico;
- Promover uma cultura de Gestão de Riscos no ambiente de trabalho;
- Garantir o total cumprimento de boas práticas de Segurança e Saúde no Trabalho com a finalidade de obter a máxima proteção nos trabalhos realizados;
- Zelar pelas questões éticas, seja na pesquisa e nas atividades profissionais;
- Intensificar o debate quanto aos novos riscos atinentes ao trabalho, novas práticas e reduzir a exposição das pessoas a possíveis prejuízos;⁴²⁷

Avaliou-se a prática de um programa de compliance e suas divisões constatando que esse refletirá os princípios e valores da empresa, estimulará medidas de prevenção de fraudes, políticas e procedimentos para mitigar riscos com processos internos de controles e monitoramento, além de treinamentos e comunicação para a difusão das informações.

⁴²⁷ Trecho extraído do Programa Nanotech elaborado pelo autor e inserido no Apêndice D desta Tese.

A pesquisa nos órgãos e entidades nacionais e internacionais sobre procedimentos e métodos de gestão de riscos para as nanotecnologias mostrou estudos pontuais de cada um destes órgãos que podem colaborar para uma unificação destes em um programa próprio das empresas. Inclusive, alguns estudos propuseram limites de exposição ocupacional baseados nas fichas de segurança dos produtos e testes toxicológicos, os quais foram utilizados para criar a Avaliação de Exposição Ocupacional.⁴²⁸

Além disso, se efetuou uma pesquisa de Estudo de Caso com 3 (três) laboratórios de nanotecnologia e 4 (quatro) empresas da indústria nano, farmacêutica e química, atuantes na área com o propósito de quantificar e qualificar uma coleta de dados relativos aos procedimentos adotados na área de segurança e medicina do trabalho quanto as atividades de nanotecnologia. O intuito desta pesquisa foi verificar, na prática, se é realizada a gestão do risco, se existe um conhecimento efetivo acerca do trabalho com nanotecnologia, bem como detalhar a metodologia de prevenção/precaução do risco nos laboratórios de pesquisa e nas empresas que atuam com nanotecnologia.

Os dados apresentados mostraram que, infelizmente, existe muito a evoluir no que tange a metodologias de gestão de riscos e de medidas efetivas para os potenciais efeitos dos nanomateriais. Houve uma grande dificuldade de contatos nas empresas e laboratórios para a participação na pesquisa e nas respostas aos questionários, tendo mais de 20 empresas sem resposta ou com negativa de participação.

As respostas aos questionamentos mostraram uma dificuldade de obter respostas objetivas de algumas empresas quanto aos seus procedimentos, seja pelo receio de alguma publicização ou pelo fato de seus projetos ainda não estarem em um nível avançado a ponto de avaliar a questão de segurança e saúde. Por outro lado, se constatou um claro padrão nas Empresas F e G de que existem medidas preventivas importantes para os trabalhadores e todas elas em estágio maduro e consciente.

⁴²⁸ WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. p. 43. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

Pela pesquisa realizada se percebeu que é salutar uma maior discussão em torno dos procedimentos a serem seguidos pelas empresas com nanotecnologias. A falta de um regulamento próprio no Brasil dificulta a padronização de proteção ou, pelo menos, um norte a ser seguido ou alcançado. O uso de Equipamentos de proteção individuais e coletivos, a atuação da CIPA, um modelo de Gestão de Riscos, Programa de Integridade são elementos centrais para a proteção das partes integrantes do contexto das nanotecnologias. Aquelas que já avançaram nesses pontos, certamente terão reflexos positivos em um meio ambiente de trabalho mais saudável e, mais ainda, em um fator diferencial destas empresas no mercado das nanotecnologias.

Quanto aos Códigos de Conduta Privados, estes se mostram um poderoso instrumento que pode ser utilizado pelas empresas que trabalham com nanotecnologias com a finalidade de criar melhores práticas e instrumentos de proteção, diálogo e eficiência para a exposição aos nanomateriais. Seria extremamente importante a adesão voluntária das empresas aos Códigos de Conduta Corporativos de entidades representativas ou a criação de um modelo próprio a fim de estabelecer uma metodologia concreta de gestão dos riscos nanotecnológicos, o que, de fato, poderia suprir a falta de juridicização do risco, uma vez que esta é uma questão de difícil solução diante de cenário das nanotecnologias em constante evolução.

É nítido que os instrumentos legislativos não conseguiriam cobrir todos os leques abertos pelas novas tecnologias, sendo, portanto, os Códigos de Conduta das empresas um elemento responsável e com obrigações para a prevenção de riscos e com medidas efetivas para informação e cooperação das partes.

Nesse mesmo passo, o Programa de Compliance estabeleceria um conjunto de sistemáticas para a gestão do risco no tocante à exposição dos empregados dos laboratórios de pesquisas e das empresas atuantes nas atividades que desenvolvem trabalhos com nanotecnologia, bem como a definição de responsabilidades, procedimentos de medidas preventivas, controles de exposição, surgimento de patologias, entre outros processos internos que visariam uma completa cadeia de proteção e prevenção.

Entende-se que caberia aos países e seus órgãos nacionais e transnacionais o estímulo para a criação de Códigos de Conduta pelas empresas e a obrigação de Programas de Integridade *nanotech*. Esse estímulo poderia se dar através de incentivos fiscais e/ou de pesquisa, assim como a criação de selos de qualidade e

responsabilidade para as empresas que possuem os instrumentos necessários para a completa prevenção do risco provenientes das nanotecnologias.

Ao fim desta tese se verifica que as nanotecnologias ainda possuem um vasto campo de estudos a serem amadurecidos e que o Direito deverá sempre caminhar junto do debate da pesquisa, seja pela contribuição com as questões éticas e com ideias de elementos jurídicos para regular as relações nanotech.

REFERÊNCIAS

3M. *Código de Conduta*. Disponível em: <<https://multimedia.3m.com/mws/media/1256572O/3mbrazil-conductcode.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ABBOTT, Kenneth Wayne; SNIDAL, Duncan. Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, v. 42, 2009. Disponível em: <https://wp0.vanderbilt.edu/wp-content/uploads/sites/78/abbott-cr_final.pdf> Acesso em: 15 mar. 2022.

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Cartilha sobre nanotecnologia*. Brasília, DF, 2010a. Disponível em:<<http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

ABDI. *Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial*. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macrooportunidades>. Acesso em: 14 dez. 2021.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISSO 37.301:2021. Sistemas de gestão de compliance - Requisitos com orientações para uso*. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/13121/abnt-nbriso37301-sistemas-de-gestao-de-compliance-requisitos-com-orientacoes-para-uso>>, Acesso em: 18 mar. 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 31000:2018 – Gestão de Riscos – Diretrizes*, 2018. p. 3. Disponível em: <<http://iso31000.net/norma-iso-31000-de-gestao-de-riscos>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ALVES, Oswaldo. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo, *Parcerias Estratégicas*, n. 18 - Agosto/2004.

ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves. *Sistemática De Ações De Segurança E Saúde No Trabalho Para Laboratórios De Pesquisa Com Atividades De Nanotecnologia (S-Sst/Labnano)*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278302521_SST_para_laboratorios_com_nanotecnologia>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ANDRADE, Luís Renato Balbão; AMARAL, Fernando Gonçalves; WAISSMANN, William. Análise de propostas de gestão de riscos em ambientes com atividades envolvendo nanomateriais, *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, 2013; 1(4). Disponível em: <<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/63/99>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ARAGÃO, Alexandra. Princípio da precaução: manual de instruções. *Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*,

Coimbra, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, ano XI, n. 22, p. 9-58, fev. 2008.

BALLARÀ, Giuseppe Castellet. *Nanotecnologia sicura negli ambienti di lavoro*. Istituto Nazionale Per L'assicurazione Contro Gli Infortuni Sul Lavoro. Disponível em: <<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/nanotecnologia-sicura-negli-ambienti-di-lavoro.html>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BARROSO, Luís Roberto. *A Dignidade da Pessoa Humana no Direito Constitucional Contemporâneo: Natureza Jurídica, Conteúdos Mínimos e Critérios de Aplicação*. Versão provisória para debate público. Mimeografado, dezembro de 2010.

BARZOTTO, Luciane Cardoso. Códigos de Conduta, Responsabilidade Empresarial e Direitos Humanos dos Trabalhadores. *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Brasília, vol. 69, n. 1, jan./jun. 2003.

BASF. *Código de conduta*. Disponível em: < <https://www.basf.com/br/pt/who-we-are/sustainability/we-produce-safely-and-efficiently/resources-and-ecosystems/nanotechnology/safety/code-of-conduct.html>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

BATISTI, Beatriz Miranda. *Compliance e corrupção: análise de risco e prevenção nas empresas em face dos negócios públicos*. Curitiba: Juruá, 2017.

BAUMAN, Zygmunt. *Globalização: as consequências humanas*, Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco Mundial - Em Busca da Segurança Perdida*. Lisboa: Edições 70, 2015.

BECK, Ulrich. *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. Trad.de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed.34, 2010.

BERTI, Leandro Antunes; PORTO, Luismar Marques. *Nanossegurança: guia de boas práticas em nanotecnologia para a fabricação e laboratórios*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

BLOK, Marcella. *Compliance e governança corporativa*. 3. ed. atual. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2020.

BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BOTELHO, Nadja Machado. Efetividade da tutela jurisdicional e irreversibilidade do dano ambiental. *Revista de Processo*, vol. 148, jun. 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº. 510, de 07 de abril de 2016*. Resolução dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 11 mar. 2022.

BRASIL. *Decreto n. 1.254 de 29 de setembro de 1994*. Promulga a Convenção número 155, da Organização Internacional do Trabalho, sobre Segurança e Saúde dos Trabalhadores e o Meio Ambiente de Trabalho, concluída em Genebra, em 22 de junho de 1981. Brasília: Senado Federal, 1994.

BRASIL. *Decreto nº 8.420 de 18 de março de 2015*. Art. 41. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8420.htm>. Acesso em 17 jan. 2022.

BRASIL. *Decreto no. 62.150 de 19 de janeiro de 1968*. Promulga a Convenção nº 111 da OIT sobre discriminação em matéria de emprego e profissão. Brasília: Senador Federal, 1968.

BRASIL. FUNDACENTRO. *Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde*, 2009. Disponível em: <https://coronavirus.ceara.gov.br/project/cartilha-de-protecao-respiratoria-contragentes-biologicos-para-trabalhadores-de-saude/>. Acesso em: 13 dezembro 2021.

BRASIL. *Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm>. Acesso em: 23 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. *Biocontenção: o gerenciamento do risco em ambientes de alta contenção biológica NB3 e NBA3* / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. *Portaria n. 3.214 de 08 de junho de 1978*. Norma Regulamentadora n. 7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília, 1978. Disponível em: < https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-07.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. *Portaria SEPRT nº 6.735, de 10 de março de 2020*. Brasília, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-09-atualizada-2021-com-anexos-vibra-e-calor.pdf> >. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. *Projeto de Lei n. 880 de 2019*. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados. Senado Federal. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8069552&disposition=inline#Emenda1>>. Acesso em: 17 fev. 2022.

BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei n. 683/2019*. Confere ao Município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, o título de Capital Nacional da Nano

Tecnologia e Novos Materiais. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/135195>> Acesso em: 10 mar. 2022.

BRÜSEKE, Franz Josef. Risco e contingência. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, vol. 22, n. 63, fev. 2007.

BSI. British Standard Institute. *Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials*, PD 6699-2: 2007, BSI, London. Disponível em: <<https://standardsdevelopment.bsigroup.com/projects/2007-02868#/section>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

BUZEA, Cristina; PACHECO, Ivan I.; ROBBIE, Kevin. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. In: *Biointerphases*, December 2007, Volume 2, Issue 4. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1116%2F1.2815690.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CAFAGGI, Fabrizio; RENDA, Andrea. Public and Private Regulation: Mapping the Labyrinth. *CEPS Working Document*, n. 370, Out. 2012. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2156875>>. Acesso em: 17 mar; 2022.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito Constitucional*. 7. Ed. Coimbra: Almedina, 2008.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Introdução ao direito do ambiente*. Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Parte I – direito constitucional ambiental português e da União Europeia. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 5. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2012.

CARVALHO, Délton Winter de. *Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental*. 2. ed. rev., atual. e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

CARVALHO, Délton Winter de. *Gestão Jurídica Ambiental*. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2017.

CASTANHEIRA NEVES, António. *Digesta: escritos acerca do direito, do pensamento jurídico, da sua metodologia e outros*. v.2. Coimbra: Coimbra Editora, 1995.

CAUPERS, João. *Os direitos fundamentais dos trabalhadores e a Constituição*. Lisboa: Almedina, 1985.

CGU. Controladora Geral da União. *Guia de Implantação de Programa de Integridade nas Empresas Estatais: Orientações para a Gestão da Integridade nas Empresas Estatais Federais*. 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/integridade/arquivos/guia_estatais_final.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

CGU. Controladora Geral da União. *Programa de Integridade: Diretrizes para Empresas Privadas*. 2015. Disponível em: <<https://www.cgu.gov.br/Publicacoes/etica-e-integridade/arquivos/programa-de-integridade-diretrizes-para-empresas-privadas.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2022.

CHIMNI, B.S. Third World Approaches to international Law: Manifesto. *International Community Law Review* 8, 2006. P. 13 Disponível em: <<http://www.jnu.ac.in/SIS/MakingSISVisible/Publications/Third%20World%20Manifesto%20BSChimni.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

COELHO, Nuno Manuel Morgadinho dos Santos; HERINGER, Helimara Moreira Lamounier. *Foreign corrupt practices act: uma breve análise da lei que deu origem ao combate internacional da corrupção*. *Revista jurídica*, Curitiba, v. 01, n. 46, 2017.

COGLIANESE, C.; HEALEY, T.J.; KEATING, E.K.; MICHAEL, M.L. The Role of Government in Corporate Governance. *Regulatory Policy Program Report RPP-08*, Cambridge, MA: Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University.

COIMBRA, Marcelo de Aguiar; MANZI, Vanessa Alessi. *Manual de Compliance: preservando a boa governança e a integridade das organizações*. São Paulo: Atlas, 2010.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

COSO ERM. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission Enterprise Risk Management. *Gerenciamento de Riscos Corporativos*. Estrutura Integrada, 2004.

COSTA, Fernando Medeiros; MEDEIROS, Nilton Carvalho Lima de. Elementos Éticos no Desenvolvimento do Código De Conduta para Implementação de um Programa de Compliance. *Revista Brasileira de Direito Empresarial*, Goiânia, v. 5, n. 1, Jan/Jun. 2019.

CREDIDIO, Guilherme Simões. O Compliance Empresarial como Ferramenta De Redução Da Corrupção *Revista CEJ*, Brasília, Ano XXII, n. 74, p. 85-90, jan./abr. 2018.

CREUTZ, Katja. Law versus Codes of Conduct. In: Klabbers, J. and Piiparinen, T. (eds.) *Normative Pluralism and International Law: Exploring Global Governance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

DAMODARAM, Aswath. *Gestão estratégica do risco: uma referência para a tomada de decisão de riscos empresariais*. Trad. Feliz Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookmann, 2009.

DAVID, Marília Luz. Sobre os conceitos de risco em Luhmann e Giddens. *Revista Eletrônica dos Pós Graduandos em Sociologia Política da UFSC*, v. 8, n. 1, jan-jul. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/1806-5023.2011v8n1p30/20264>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

DE GIORGI, Raffaele. *Direito, democracia e risco: vínculos com o futuro*. Rio de Janeiro: Sérgio Antônio Fabris, 1991.

DE LA CUEVA, Mario. *Derecho Mexicano del Trabajo*. 4. ed. Mexico: Editorial Porrúa, 1959.

DERANI, Cristiane. *Direito ambiental econômico*. São Paulo: Max Limonad, 1997.

DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. *Risco e cultura: Um ensaio sobre a seleção de riscos tecnológicos e ambientais*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

DREBES Maike J. Impediments to the implementation of voluntary codes of conduct in production factories of the Global South: so much to do, so little done. *Third World Quarterly*, 2014, v. 35, n. 7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01436597.2014.926115>> Acesso em: 14 mar. 2022.

DUPAS, Gilberto. Uma sociedade pós-humana? Possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING: Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (org.) *Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias*. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

DURÃES, Cintya Nishimura; RIBEIRO, Maria de Fátima. O Compliance no Brasil e a Responsabilidade Empresarial no Combate à Corrupção. *Revista do Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais da Unijuí*, Editora Unijuí, Ano XXIX, n. 53, jan./jun. 2020.

EASTLAKE, A. C.; BEAUCHAM, Catherine; MARTINEZ, Kenneth F.; DAHM, Matthew M.; SPARKS, Christopher; HODSON, Laura L.; GERACI, Charles L. *Refinement of the Nanoparticle Emission Assessment Technique into the Nanomaterial Exposure Assessment Technique (NEAT 2.0)*. *J Occup Environ Hyg*. Sep; 13(9): 708–717. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4956539/>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

EC. European Commission. Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research. 2007. Disponível em: <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/research_by_area/documents/ec_rtd_consultation-nano-sinapse-feedback.pdf> . Acesso em: 16 mar. 2022.

EC. European Commission. *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research*. 2009. Disponível em: <https://dscf.units.it/sites/dscf.units.it/files/nanocode-apr09_en.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

ENGELMANN, Wilson. A (re)leitura da teoria do fato jurídico à luz do “diálogo entre as fontes do direito”: abrindo espaços no direito privado constitucionalizado para o ingresso de novos direitos provenientes das nanotecnologias. IN: STRECK, Lenio Luiz e MORAIS, José Luis Bolzan de. (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica: Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos: Mestrado e Doutorado*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011, n. 7.

ENGELMANN, Wilson. O biopoder e as nanotecnologias: dos Direitos Humanos aos Direitos da Personalidade no Código Civil de 2002. In: Instituto Humanitas Unisinos. (Org.). *XI Simpósio Internacional IHU: o (des) governo biopolítico da vida humana*. São Leopoldo: Casa Leiria, 2010, v. 01.

ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do Direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Orgs.). *Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica*: Anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: Mestrado e Doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012, n.9.

ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Orgs.). *Direitos Fundamentais e Estado: políticas públicas & práticas democráticas*. [recurso eletrônico] Criciúma: Unesc, 2011. Tomo I, p. 407-422.

ENGELMANN, Wilson. Os desafios jurídicos da aplicação do princípio da precaução. *Revista dos Tribunais*, v. 981, ano 106. São Paulo: Editora RT, julho de 2017.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi. A "phrónesis" como mediadora ética para os avanços com emprego das nanotecnologias: em busca de condições para o pleno florescimento humano no mundo *nanotech*. *Revista da Ajuris*, v. 36, 2009.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. *Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental*. Paraná: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, Wilson; GÓES, Maurício de Carvalho. *Direito das Nanotecnologias e meio ambiente do trabalho*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015.

ENGELMANN, Wilson; HOHENDORF, Raquel Von. Nanotecnologias e o Mundo do Trabalho: em busca de um "modelo" para o desenvolvimento do direito à informação compatível com o Direito do Trabalho Nanotecnológico. In: Maria Aurea Baroni Cecato; Claudio Pedrosa Nunes; Mirta Gladys Lorena Manzo de Misailidis. (Org.). *Direito do Trabalho I* [Recurso eletrônico on-line]. 1. ed. Florianópolis: Conpedi, 2014, v. 1.

ENGELMANN, Wilson; LEAL, Daniele Weber S.; HOHENDORFF, Raquel Von. Nanotecnologias e a Evolução das Teorias Sobre Risco: A atenção para o Nanowaste e sua Adequada Gestão. *CADERNOS DE DEREITO ACTUAL (ONLINE)*, v. 10, p. 79-118, 2018. P. 89. Disponível em: <<http://www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/view/328/207>> Acesso em: 13 mar. 2022.

EU-OSHA. European Agency for Safety & Health at Work. *Working safely with manufactured nanomaterials – Guidance for workers*. European Union Programme for Employment and Social Solidarity. 2014. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=13087&langId=en>> Acesso em: 27 fev. 2022.

FARBER, Daniel A. Farber. Coping With Uncertainty: Cost-Benefit Analysis, The Precautionary Principle, And Climate Change. *Washington Law Review*, v. 90, 2015. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2637105>>. Acesso em 13 mar. 2022.

FARIA, Cláudia Maria Petry de; HUPFFER, Haide Maria ; TEIXEIRA, P.J. Z. Direito Fundamental À Qualidade Do Ambiente Laboral E A Justiça Do Trabalho: Uma Abordagem Empírica. *Novos Estudos Jurídicos* (online), v. 23, 2018.

FELICIANO, Guilherme Guimarães. O meio ambiente do trabalho e a responsabilidade civil patronal: reconhecendo a danosidade sistêmica. In: *Direito ambiental do trabalho*. Apontamentos para uma teoria geral. Saúde, ambiente e trabalho: novos rumos da regulamentação jurídica do trabalho. Guilherme Guimarães Feliciano, João Urias (coord.). São Paulo : LTr, 2013..

FERRARI, Isabela. Nova governança: insights para o aprimoramento da regulação estatal. p. 110-129. In: BECKER, Daniel; FERRARI, Isabela (coord.). *Regulação 4.0 – novas tecnologias sob a perspectiva regulatória*. São Paulo: Thompson Reuters, 2019.

FERRARI, Vincenzo. *Primera Lección de Sociología del Derecho*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

FERRERA, Luciano V. MOROSINI, Fabio C. A Implementação da Lei Internacional Anticorrupção no Comércio: o controle legal da corrupção direcionado às empresas transnacionais. Austral: *Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais*, v.2, n.3, Jan-Jun 2013.

FETQUIMFAR. Federação dos Trabalhadores nas Indústrias Químicas e Farmacêuticas do Estado de São Paulo IN: *Convenção Coletiva de Trabalho 2015/2017*. Disponível em: <<http://fequimfar.com.br/wp-content/uploads/2015/05/CCT-FARMAC-2015-2017.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FORNASIER, M. de O.; FERREIRA, L. V. Regulação do Risco Nanotecnológico e Normas do Sistema Iso: Da Possibilidade de uso criativo do Direito Global Transnacional. *Revista Paradigma*, 26(1).2017. Disponível em: <<https://revistas.unaerp.br/paradigma/article/view/842>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

FORNASIER, Mateus de Oliveira; FERREIRA, Luciano Vaz. A regulação das empresas transnacionais entre as ordens jurídicas estatais e não estatais. *Revista de Direito Internacional*, Brasília, v. 12, n. 1, 2015.

FRAZÃO, Ana. Programas de compliance e critérios de responsabilização de pessoas jurídicas por ilícitos administrativos. In: ROSSETTI, Maristela A.; PITTA, Andre G. *Governança corporativa: avanços e retrocessos*. São Paulo: Quartier Latin, 2017.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat e Figueiredo. *Nota Técnica nº 1/2018 - Os desafios da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) para uma produção segura com o uso de nanotecnologias*, 2018. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2022

FUNDACENTRO. *Fundação Jorge Duprat e Figueiredo*. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho. *Série Nanotecnologias em Quadrinhos*. Disponível em: http://biblioteca.fundacentro.gov.br/primo-explore/fulldisplay?docid=fjd_bibdig000053962&context=L&vid=FJD&lang=pt_BR&search_scope=Pesquisa%20Geral&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=default_tab&query=any,contains,Hist%C3%B3rias%20em%20quadrinhos&offset=0 Acesso em: 28 fev. 2022.

GIDDENS, Anthony. *O mundo na era da globalização*. Lisboa: Editorial Presença, 2000.

GONÇALVES, Vasco Barroso. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.4, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN Wilson. Iniciando a regulação (não tradicional) para as nanotecnologias: a construção do caminho a partir das possibilidades do framework e da árvore de decisão. XXIV Congresso Nacional do CONPEDI, e 03 a 06 de junho de 2015, Aracajú. In: CELLA, José Renato Gaziero; ROVER, Aires Jose; NASCIMENTO, Valéria Ribas Do. (Org.). *Anais...* Florianópolis: CONPEDI, 2015. Disponível em: <<https://www.conpedi.org.br/publicacoes/c178h0tg/vwk790q7/7FZqE4NANXQ7yC96.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2022.

HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil: a gestão dos riscos a partir do Diálogo entre Fontes do Direito*. Curitiba: Juruá, 2014.

HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson; OSHIRO, Maria de Lourdes. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, Brasília, v.2, n.2, jul./dez. 2013.

HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson. O Princípio Responsabilidade De H. Jonas Como Contraponto Ao Avanço (Ir)Responsável Das Nanotecnologias. *Revista Direito e Práxis*, v. 8, p. 2676-2681, 2017.

ICTA. International Center for Technology Assessment (ICTA). *Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*, 2007. Disponível em: <http://www.icta.org/files/2012/04/080112_ICTA_rev1.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ILO. International Labour Organization. *Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: A global review*. International Labour Office – Geneva: ILO, 2021. Disponível em: < https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_811455/lang--en/index.htm> Acesso: 24 fev. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.TC 229 –
Nanotechnologies. Disponível em:

<http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=381983>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/DTR 12885. Nanotechnologies — Health and safety practices in occupational settings. ISSO/TC 229: Geneva, 2017. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/67446.html>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

JACOBI, Marly Maldaner. O Admirável Mundo Nano: Nanociência e Nanotecnologia. *Revista SLT Caucho*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.sltcaucho.org/nanociencia-e-nanotecnologia-marly-jacobi/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

JÚNIOR, Francisco de Assis do Rego Monteiro Rocha. GIZZI, Guilherme Frederico Tobias de Bueno. *Fraudes Corporativas e Programas de Compliance*. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2018.

JUSNANO. *Orientações Jurídicas para o Segmento Industrial e Comercial que Trabalha com Nanotecnologias*. Editora Karywa, 2020. Disponível em: <<https://editorakarywa.files.wordpress.com/2020/10/jusnano-unisinos-cartilha.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

KELSEN, Hans. *Teoria Pura do Direito*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

KYSAR, Douglas A. It Might Have Been: Risk, Precaution, and Opportunity Costs. *Cornell Law Faculty Publications*, v. 50, 2006. Disponível em: <https://scholarship.law.cornell.edu/lrsp_papers/50>. Acesso em: 13 mar. 2022.

LIMA, Edilson Gomes de. *Nanotecnologia: biotecnologia e novas ciências*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

LOBATO, Marthius Sávio Cavalcante. *O valor constitucional para a efetividade dos direitos sociais nas relações de trabalho*. São Paulo: LTr, 2006..

LQES. Laboratório de Química do Estado Sólido do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas.

LUCHIONE, Carlo Huberth.; CARNEIRO, Claudio. Compliance e Lei anticorrupção – importância de um programa de integridade no âmbito corporativo e setor público. In: PORTO, Vinicius; MARQUES, Jader. (org.). *O compliance como instrumento de prevenção e combate à corrupção*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017..

LUHMANN, Niklas. El concepto de riesgo. In: BERIAIN, Joesetxo (comp.). *Las consecuencias perversas de la modernidad*. 3. Ed. Barcelona: Anthropos, 2011.

LUHMANN, Niklas. *O direito da sociedade*. Tradução de Saulo Krieger. São Paulo: Martins Fontes, 2016..

LUHMANN, Niklas. *Sociologia del riesgo*. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Guadalajara: Walter de Gruyter Co., 1992.

LUHMANN, Niklas. La sociedad de la sociedade. Traducción de Javier Torres Nafarrate. Ciudad de Mexico: Editorial Herder, 2006. p. 864-865.

LUHMANN, Niklas. *Complejidad y modernidad: de la unidad a la diferencia*. Traducción de Josetxo Beriain e José María García Blanco. Madrid: Editorial Trotta, 1998.

LUHMANN, Niklas. A terceira questão: o uso criativo dos paradoxos no direito e na história do direito. Tradução: Cícero Krupp da Luz e Jeferson Luiz Dutra. *Estudos Jurídicos*, São Leopoldo, p. 50, jan./jun. 2006.

MACHADO, Maira Rocha. O Estudo de caso na pesquisa em Direito. In: Machado, Máira Rocha (Org.). *Pesquisar empiricamente o direito*. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Art. 225, §1º, V. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lenio Luiz; MENDES, Gilmar Ferreira (Orgs). *Comentários à Constituição do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2018.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 21. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2013.

MACHADO, Sidnei. *O direito à proteção ao meio ambiente de trabalho no Brasil: os desafios para a construção de uma racionalidade normativa*. São Paulo : LTr, 2001.

MAGALHÃES, Danielly de Paiva; FERRÃO FILHO, Aloysio da Silva. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, v.12, n.3, 2008.

MARANHÃO, Ney. Meio ambiente do trabalho: descrição jurídico-conceitual. *Revista Ltr: legislação do trabalho*, São Paulo, v. 80, n. 4, abril 2016.

MARANHÃO, Ney. Poluição Labor-Ambiental: Aportes Jurídicos Gerais. *Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico*, v. 12, n. 70, Fev-Mar/2017..

MARANHÃO, Romero de Albuquerque. História da Nanotecnologia. *Scientiarum Historia - 1º Congresso de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia – UFRJ / HCTE*, 2008. Disponível em: <<http://www.hcte.ufrj.br/%20downloads/sh/sh1/Artigos/68.pdf>>. Acesso em 05 mar. 2022.

MARRELLA, Fabrizio. *La nuova lex mercatoria: principi unidroit ed usi dei contratti del commercio Internazionale*. Padova: CEDAM, 2003.

MARTINEZ, D. S. T. et al. Benefícios e riscos das nanotecnologias. Separata de: CNPEM CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS (Campinas) (ed.). Benefícios e riscos da nanotecnologia. Campinas: LNNano, 2019.

MARTINS-COSTA, Judith. Os campos normativos da Boa-fé objetiva: as três perspectivas do Direito Privado Brasileiro. In: AZEVEDO, Antonio Junqueira de; TÔRRES, Heleno Taveira; CARBONE, Paolo. *Princípios do Novo Código Civil Brasileiro e outros temas*. Homenagem a Tullio Ascarelli. São Paulo: Quartier Latin, 2008, p. 388-421. p. 401-402.

MAYNARD, Andrew D. et. al. Exposure to carbon nanotube material: aerosol release during the handling of unrefined single-walled carbon nanotube material. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*. v. 67, 2004, issue 1. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287390490253688>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

MELLO, Marcos Bernardes de. *Teoria do fato jurídico: plano da existência*. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MENDES, René Mendes; CAMPOS, Ana Cristina Castro. Saúde e Segurança no Trabalho Informal: Desafios e Oportunidades para a Indústria Brasileira. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, jul./set., 2004.

MENEGAZZI, Piero Rosa. *A efetivação do direito à informação no meio ambiente de trabalho: contribuições do pensamento sistêmico da teoria da complexidade e do estudo dos riscos*. São Paulo: LTr, 2011.

MILARÉ, Édis. *Direito do Ambiente*. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

MINALAB. *Micro and Nanotechnology Laboratory*. Department of Informatics, University of Oslo. Disponível em: <https://www.mn.uio.no/fysikk/english/research/minalab/>. Acesso: 14 dez. 2021.

MIRANDA, Carlos Roberto; DIAS, Carlos Roberto. PPRA/PCMSO: auditoria, inspeção do trabalho e controle social. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20(1), jan-fev, 2004.

MIRANDA, Jorge. *Manual de Direito Constitucional*. v. IV. Coimbra: Editora Coimbra, 1998..

MITJAVILA, Myriam Raquel; GRAH, Bruno. A ideia de risco nos estudos sobre a problemática da água no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v. XIV, n. 2, Jul.-Dez. 2011, pp. 139-151. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31722235010>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MONIZ, Ana Raquel Gonçalves. Incerteza e Globalização – Direito e Constituição. In: GOMES, Carla; TERRINHA, Luis Heleno (Coords.). *IN MEMORIAM ULRICH BECK*, Atas do colóquio promovido pelo ICPJP e pelo CIDP em 22 de outubro de 2015. Lisboa: Instituto de Ciências Jurídico-Políticas/Centro de Investigação de Direito Público, 2016.

MUHLINSKI, Peter. The Changing Face of Transnational Business Governance: Private Corporate Law Liability and Accountability of Transnational Groups in a Post-Financial Crisis World. *Indiana Journal of Global Legal Studies*, v. 18, iss. 2, 2011.

Disponível em: <<https://www.repository.law.indiana.edu/ijgls/vol18/iss2/4>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MURPHY, Sean D. Taking multinational corporates codes of conduct to the next level. *Columbia Transnational Law*, New York, v. 43, 2005. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=627608>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

NANOSAFEPACK. Boas Práticas para um manuseamento e utilização seguros de nanopartículas na indústria de embalagem. 1.ed. Espanha, 2014. Disponível em: <http://www.nanosafepack.eu/sites/default/files/news-download-files/NanoSafePack%20Mini-Guide_Portuguese%20Version.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

NANOTECH. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>. Acesso em: 15 mar. 2022.

NANOTRUST. Austrian Academy of Sciences. The EU code of conduct for nanosciences and nanotechnologies research. Fev. 2013. Disponível em: <<https://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=28850.php>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

NASCIMENTO, Amauri Mascaro. *Direito contemporâneo do trabalho*. São Paulo: Saraiva, 2011.

NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. Disponível em: <<http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

NEVES, Edmo Colnaghi. *Compliance Empresarial - o tom da liderança*. 1. Ed. São Paulo: Trevisan, 2018..

NIOSH. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *Current Intelligence Bulletin 60 - Interim Guidance for Medical Screening and Hazard Surveillance for Workers Potentially Exposed to Engineered Nanoparticles*. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication N. 2009–116. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-116/pdfs/2009-116.pdf>>. Acesso em: 28 fev 2022.

NIOSH. *Technical report: The NIOSH occupational exposure banding process for chemical risk management*. By Lentz TJ, Seaton M, Rane P, Gilbert SJ, McKernan LT, Whittaker C. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH), 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2019132>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health Current. *Intelligence Bulletin 65. Occupational Exposure to Carbon Nanotubes and Nanofibers*, April 2013. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-145/pdfs/2013-145.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

NIOSH. *The National Institute for Occupational Safety and Health Current*. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

NIOSH. The National Institute for Occupational Safety and Health. *Current Intelligence Bulletin 63: Occupational Exposure to Titanium Dioxide*, April 2011. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-160/pdfs/2011-160.pdf?id=10.26616/NIOSH PUB2011160>> Acesso em 27 fev. 2022.

NNI. National Nanotechnology Initiative (NNI) Strategic Plan.2021. Disponível em: <<https://www.nano.gov/2021strategicplan>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. *Important Issues on Risk Assessment of Manufactured Nanomaterials*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials N. 103. Paris, 2022. Disponível em: https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-CBC-MONO%282022%293+&doclang=en&_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=wapp. Acesso em: 27 fev. 2022.

OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 155. Segurança e Saúde dos Trabalhadores*. Brasília, 1981. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236163/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 161. Serviços de Saúde do Trabalho*. Brasília, 1985. Disponível em: <https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236240/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Convenção n. 174. Prevenção de Acidentes Industriais Maiores*. Brasília, 1993. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236693/lang--pt/index.htm> Acesso em: 24 fev. 2022.

OIT. Organização Internacional do Trabalho. *Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua*. 1. Ed. Abril de 2011. Disponível em: <https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154878.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2022.

OLIVEIRA, André Luiz Meira de; BERTI, Leandro Antunes; ROLT, Carlos Roberto de. *Nanossegurança na prática: um guia para análise da segurança de empresas, laboratórios e consumidores que utilizam a nanotecnologia*. Florianópolis: Fundação Certi, 2017.

OLIVEIRA, Marta Barros Leite de. *Guia de biossegurança e boas práticas laborais [recurso eletrônico]* / Marta Barros Leite de Oliveira e Eddiê Aparecida Costa de Oliveira Silva. Petrolina, PE: HU UNIVASF, 2020. P. 16. Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000018/000018f1.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

OLIVEIRA, Sebastião Geraldo de. *Proteção jurídica à saúde do trabalhador*. 2. ed. São Paulo: LTr, 1998.

OLIVI, Carla Regina Costa e Paulo; ESPINDOLA, Clarice M. R. Botta e Evaldo L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Quim. Nova*, Vol. 31, n. 7, 2008.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Manual de segurança biológica em laboratório*. 3. Ed. Genebra, 2004.

OSHA. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. *Nanomateriais fabricados no local de trabalho*, 2019. Disponível em: <<https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/a281c1a1-4c53-11e9-a8ed-01aa75ed71a1>>. Acesso em: 27 fev; 2022.

OSHA. *Occupational Safety and Health Administration*. Disponível em: <<https://www.osha.gov>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

OSHA. Occupational Safety and Health Administration. *Medical Program*. Disponível em: <<https://www.osha.gov/Publications/complinks/OSHG-HazWaste/5-6.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

OSHIRO, Maria de Lourdes; HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias no meio ambiente do trabalho: a precaução para equacionar os riscos do trabalhador. In: Cadernos ibero-americanos de direito sanitário. CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE DIREITO SANITÁRIO, 3., CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO SANITÁRIO, 2., 2013. *Anais...* v. 2, n. 2, jul./dez. 2013. Disponível em: <<http://publicaciones.fmdv.org/ojs/index.php/cuadernosderechosanitario/article/view/74/103>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

OST, François. *O tempo do direito*. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999. p. 324.

PADILHA, Norma Sueli. *Do meio ambiente do trabalho equilibrado*. São Paulo : LTr, 2002.

PASCHOALINO, Matheus et al. Os nanomateriais e a questão ambiental. *Revista Química Nova*, v. 33, n.2, p.421-430, 2010. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol33No2_421_32-RV09047.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2022.

PERONE, Giancarlo. *Sindicatos na União Europeia e no Brasil, estímulos para uma reflexão comparativa*. São Paulo: LTr, 2015.

PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcante. *Tratado de Direito Privado*. Parte Geral. Rio de Janeiro: Borsoi, 1954, tomo I, p. 1-35.

PYRRHO, Monique; SCHRAMM, Fermin Roland. A moralidade na nanotecnologia. In: *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, nov, 2012.

RAUSCHER, H.; ROEBBEN, G.; MECH, A.; GIBSON, P.; KESTENS, V.; LINSINGER, T.; RIEGO SINTES, J.. An overview of concepts and terms used in the European Commission`s definition of nanomaterial, EUR 29647 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2760/459136>. Acesso em: 13 dez. 2021.

RIBEIRO, Márcia Carla Pereira; DINIZ, Patrícia Dittrich Ferreira. Compliance e Lei Anticorrupção nas empresas. In: *Revista de Informação Legislativa*, ano 52 Número

205 jan./mar. 2015. Disponível em:<https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/52/205/ril_v52_n205_p87.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ROCHA, Leonel Severo; SCHWARTZ, Germano; CLAM, Jean. *Introdução à Teoria do Sistema Autopoiético do Direito*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2005.

RODRIGUEZ, Américo Plá. *Princípios de Direito do Trabalho*. 3. ed. atual. São Paulo: LTr, 2000.

RODRIGUEZ, José Rodrigo. Cidadania em transformação: um panorama dos problemas atuais. *Revista da Faculdade de Direito UFPR*, Curitiba, PR, Brasil, v. 62, n. 3, set./dez. 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/direito/article/view/50979>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ROMITA, Arion Sayão. A norma jurídica no Direito do Trabalho. In: FERRAZ, Sérgio (Coord.). *A Norma Jurídica*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1980.

ROMITA, Arion Sayão. *Direitos Fundamentais nas Relações de Trabalho*. 2. ed., São Paulo: LTr, 2007. p. 421-422.

ROYAL SOCIETY. *The Royal Society Academy of Engineering*. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. Disponível em: <https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf> Acesso em: 06 mar. 2022.

SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos Direitos Fundamentais*. 4. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado. 2004..

SAVOLAINEN ,Kai. (et. al) *Nanosafety in Europe 2015-2025: Towards Safe and Sustainable Nanomaterials and Nanotechnology Innovations*. Finnish Institute of Occupational Health [s.l.], 2013. Disponível em: <www.ttl.fi/en/publications/electronic_publications/pages/default.aspx>. Acesso em: 18 mar. 2022.

SCHULZ, Peter A. Nanomateriais e a interface entre nanotecnologia e ambiente. *Vigilância Sanitária em Debate*, 2013; 1(4).

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016..

SERPA, Alexandre. *Compliance Descomplicado: Um Guia Simples e Direto Sobre Programas de Compliance*. São Paulo: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. E-book.

SERPA, Alexandre; SIBILLE, Daniel. *Os Pilares do Programa de Compliance: uma breve discussão*. São Paulo: Editora Roncarati, 2016. E-book. Disponível em: <https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/os_pilares_do_programa_de_compliance.pdf>. Acesso em 13 mar. 2022.

SHATKIN, Jo Anne. *Nanotechnology*. Health and Environmental Risks. Boca Raton: CRC Press, 2008.

SIEBER, Ulrich. Programas de 'compliance' en el derecho penal de la empresa. Una nueva concepción para controlar la criminalidad económica. Trad. Abanto Vásquez. In: ARROYO ZAPATERO, Luis; NIETO MARTÍN, Adán (Dir.). *El Derecho Penal Económico en la era Compliance*. Valencia: Tirant lo blach, 2013.

SILVA, Elize Sampaio Nascimento; SANTOS, Tatiana Ferreira Vieira dos. Análise dos padrões técnicos de Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional e Atestados de Saúde Ocupacional por meio de auditoria interna. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 12(2), 2014.

SILVA, Otavio Pinto e. Fontes do direito do trabalho. *Revista Da Faculdade De Direito, Universidade De São Paulo*, 96, 2001, pp. 203-214. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67500>>. Acesso em 17 mar. 2022.

SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da. *Risco ecológico abusivo: a tutela do patrimônio ambiental nos processos coletivos em face do risco socialmente intolerável*. Caxias do Sul: EDUCS, 2014.

SINDUSFARMA. Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos no Estado de São Paulo. in: *Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FetQuim – CUT*. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

SPLABOR. Cabine de Segurança Biológica. Disponível em: <<https://www.splabor.com.br/produto/capela-de-seguranca-biologica-linha-700-renovacao-de-ar-de-30-e-recirculacao-de-70>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

STATNANO. Disponível em: <<https://statnano.com>>. Acesso em: 16 mar. 2022.

STATNANO. *Nanotechnology Products Database (NPD)*. 2022. Disponível em: <<http://product.statnano.com/>>. Acesso em: 5 mar. 2022

STEBBING, Margaret. Avoiding the Trust Deficit: Public Engagement, Values, the Precautionary Principle and the Future of Nanotechnology. *Journal of Bioethical Inquiry* 6, 37-48. 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11673-009-9142-9>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

STEELE, Jenny. *Risks and Legal Theory*. Oxford: Hart Publishing, 2004.

STOCKER, Thomas et al. Technical summary. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, pp. 33-115. Disponível em: <[doi:10.1017/CBO9781107415324.005](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.005)>. Acesso em 13 mar. 2022.

STÜRMER, Gilberto. Direitos Humanos e Meio Ambiente do Trabalho. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v.13, n. 25, p.155-172, Jan./Abr. 2016.

SUPIOT, Alain. *Homo Juridicus: Ensaio sobre a função antropológica do Direito*. Tradução de Maria Ermantina de Almeida Prado Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

TESTO. Testo do Brasil. Disponível em: <<https://www.testo.com/pt-BR/produtos/nanoparticulas>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

TEUBNER, Gunther. A Bukowina Global sobre a Emergência de um Pluralismo Jurídico Transnacional. *Impulso*, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 09-31, 2003.

TEUBNER, Gunther. A matriz anônima – violação de direitos humanos por atores “privados” transnacionais. In: CAMPOS, Ricardo. (org.). *Crítica da Ponderação – Método constitucional entre a dogmática jurídica e a teoria social*. São Paulo, Saraiva, 2016.

TEUBNER, Gunther. Autoconstitucionalização de corporações transnacionais? Sobre a conexão entre os códigos de conduta corporativos (Corporate Codes of Conduct) privados e estatais. In: SCHWARTZ, Germano. (Org.) *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012.

TEUBNER, Gunther. *Fragmentos Constitucionais: constitucionalismo social na globalização*. Coordenação de Marcelo Neves [et al.]. São Paulo: Saraiva, 2016.

TOMAZ, Roberto Epifânio (org). *Descomplicando o compliance*. Florianópolis: Tirant Lo Blanch, 2018.

TORLONI, Maurício *Programa de proteção respiratória: recomendações, seleção e uso de respiradores*. Coordenador Técnico, Maurício Torloni; Equipe técnica, Antonio Vladimir Vieira, José Damásio de Aquino, Sílvia Helena de Araujo Nicolai e Eduardo Algranti. 4. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. *Ética y política de la nanotecnología*. P. 23. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000145951_eng>. Acesso em: 14 mar. 2022.

UNIÃO EUROPEIA. Comissão Europeia. *Comunicação da Comissão relativa ao Princípio da Precaução COM(2000) 1 final*. Bruxelas, 2000. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:PT:PDF>> Acesso em: 13 mar. 2022.

VASHIST, Sandeep Kumar. Advances in Nanotechnology and the Future Prospects. In: ISALÁMA, N. *Nanotechnology: Recent Trends, Emerging Issues and Future Directions*. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2014. (Nanotechnology Science and Technology).

VERÍSSIMO, Carla. *Compliance: incentivo à adoção de medidas anticorrupção*. São Paulo: Saraiva, 2017.

VIEGAS, Maria de Fatima. Dificuldades na Vigilância Médica à saúde de trabalhadores expostos a nanopartículas. *II Seminário Internacional: Nanotecnologia e Trabalhadores*. São Paulo, Fundacentro, dezembro de 2008. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/nanotecnologia/seminarios/2008/11-12-dez-sp-fatima-viegas.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

VON HOHENDORFF, Raquel; COIMBRA, Rodrigo; ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias, os riscos e as interfaces com o direito à saúde do trabalhador. *Revista de informação legislativa: RIL*, v. 53, n. 209, jan./mar. 2016. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/53/209/ril_v53_n209_p151>. Acesso em: 15 mar. 2022.

WEDY, Gabriel. Os elementos constitutivos do princípio da precaução e a sua diferenciação com o princípio da prevenção, *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 68, out. 2015.

WEYERMÜLLER, André Rafael; FLORES, André Stringhi; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental*. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

WEYERMÜLLER, André Rafael; ROCHA, Leonel Severo. O Risco na Sociedade Complexa e Tecnológica: uma Abordagem Sistêmica Luhmaniana. In: *Nanotecnologias E Meio Ambiente: Riscos e "Prevprec"*. Org. Juliane Altmann Berwig. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2021.

WHO. Guidelines on protecting workers from potential risks of manufactured nanomaterials. Geneva: World Health Organization; 2017. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf>> Acesso em: 25 fev. 2022.

WOLKMER, Antônio Carlos. *Pluralismo Jurídico: fundamentos de uma nova cultura no direito*. São Paulo: Alfa-Ômega, 2001.

YAN, Jianping. Disaster risk assessment: understanding the concept of risk. In: *Training Workshop on Drought Risk Assessment for The Agricultural Sector*, Ljubljana, 2010. Disponível em: <http://www.wamis.org/agm/meetings/slovenia10/S5-2a_GRIP_Understanding_Risk.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.

YIN. Robert K. *Estudo de caso: planejamento e método*. Tradução de Daniel Grassi. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

12 APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO ESTUDO DE CASO**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

2 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique:_____.
- Não.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- () Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- () Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- () Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- () Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- () Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- () Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- () Outros. Especifique:_____.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

- () Sim. Especifique:_____.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

() Sim.

() Não.

() Não possui CIPA.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

13. APÊNDICE B – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIOS DOS LABORATÓRIOS DE PESQUISA

Laboratório A

1 – A sua companhia é:

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

3 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique: Nanotubos de carbono, nanopartículas metálicas, óxido de grafeno.
- Não.

Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Realização de pesquisas com estes nanomateriais/Atividade acadêmica.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.

Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.

Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.

Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.

Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

Programa de integridade (*compliance*).

Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.

Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.

Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.

Outros. Especifique:_____.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

Sim. Especifique: Filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros

- () Não.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

- () Sim. Especifique:_____.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- (X) Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

- (X) Sim.
- () Não.
- () Não possuo CIPA.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

- () Sim. Especifique:_____.
- (X) Não.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

Sim. Especifique: _Palestras e treinamentos específicos.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais: _____.

Laboratório B**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

4 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique: São desenvolvidas atividades de pesquisa, principalmente, com nanomateriais. Entenda-se pesquisa neste contexto, o desenvolvimento, a caracterização, a avaliação toxicológica e a prestação de serviços, esta última na perspectiva, principalmente de caracterização de nanomateriais diversos.
- Não.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- (x) Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- (x) Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- () Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- () Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- () Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- () Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- () Outros. Especifique:_____.
- () Prefiro não responder.
- (x) Não se aplica.

Comentários Adicionais: A opção não se aplica não é a melhor, mas dentre as apresentadas, acho que é aplicável. Como se trata de um laboratório de pesquisa, não há interesse interno ao laboratório em engessar o procedimento de pesquisa com normas e procedimentos, mas sim, há interesse em compatibilizar o trabalho de pesquisa com a segurança e para tanto se tem atitude no ambiente de laboratório. Um destas é a utilização irrestrita de epi's regulares e a utilização de procedimentos de segurança de bancada. Também, os resíduos nanométricos são tratados na origem e não são descartados ou encaminhados junto com outros resíduos. Isto não quer dizer que não tenhamos preocupações com a questão toxicológica, mas sinceramente

acredito que a normatização rígida sobre o trabalho de pesquisa inviabiliza o desenvolvimento. Concordo e apoio a implementação no setor produtivo, sabidamente muito mais suscetível a questões de segurança do trabalho, de normas e regulações apesar de reconhecer a fragilidade do sistema e a importância do trabalho de grupos como o de vocês. Não entendam mal esta opinião, só acho que as áreas deviam ser mais integradas para conhecerem melhor seus métodos, para contribuir para o crescimento conjunto, para se poder desenvolver com o devido cuidado, com respaldo para ambas as peças do conjunto trabalhista, empregado e empregador.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

() Sim. Especifique:_____.

(x) Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

(x) Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

() Sim.

(x) Não.

() Não possui CIPA.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Nossa CIPA, como a de outras instituições de ensino possui outras questões importantes a se preocupar, mas sempre que necessário estamos em contato e desses contatos, temos um trabalho sobre esta questão em vias de ser publicado numa revista menor, mas que servirá como ponto de partida para outros desta natureza.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

- () Sim. Especifique:_____.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- (x) Não se aplica.

Comentários Adicionais: Não se aplica, pois não tenho certeza. Acredito que uma vez detectada uma situação específica, tenhamos respostas também específicas. Mas não na rotina.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

- () Sim. Especifique:_____.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- (x) Não se aplica.

Comentários Adicionais: Não se aplica pois não tenho conhecimento de projetos desta natureza na instituição.

Laboratório C**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

2 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique: Nanotubos de carbono, grafeno e nanobastões de ouro.
- Não.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- (x) Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- (x) Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- () Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- () Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- (x) Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- (x) Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- () Outros. Especifique:_____.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

- (x) Sim. Especifique: Manuseio em cabines de Segurança biológica, monitoramento de material particulado, Exaustores, determinação de pontos críticos de controle.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

() Sim. Especifique:_____.

(x) Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

() Sim.

(x) Não.

() Não possui CIPA.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

() Sim. Especifique:_____.

(x) Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

(x) Sim. Especifique: _Testes de toxicidade e cototoxicidade, estabelecimento de ciclo de vida do produto.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

13 APÊNDICE C – RESPOSTA AOS QUESTIONÁRIOS DAS EMPRESAS**Empresa D****1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
 Estrangeira.
 Prefiro não responder.

5 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
 Rio de Janeiro.
 Paraná.
 Minas Gerais.
 Santa Catarina.
 Rio Grande do Sul.
 Bahia.
 Pernambuco.
 Outro. Especifique: _____.
 Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
 100 a 200 empregados.
 200 a 500 empregados.
 mais de 1.000 empregados.
 Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique:
 Não.
 Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Não temos produtos em etapa produtiva, mas apenas em etapa de desenvolvimento.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- () Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- () Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- () Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- (x) Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Não temos produtos em etapa produtiva, mas apenas em etapa de desenvolvimento.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- () Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- () Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- () Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- (X) Outros. Especifique: Como são produtos em desenvolvimento, são utilizados EPIs de rotina.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais: _____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

- () Sim. Especifique:_____.

- Não.
 Prefiro não responder.
 Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

- Sim. Especifique:_____.
 Não.
 Prefiro não responder.
 Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

- Sim.
 Não.
 Não possuo CIPA.
 Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Isso acontecerá oportunamente a depender dos produtos que serão desenvolvidos e produzidos em escala industrial.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

- Sim. Especifique:_____.
 Não.
 Prefiro não responder.
 Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

() Sim. Especifique:_____.

(x) Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais: Haverá oportunamente como já comentado acima.

Empresa E**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

2 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Considero que se a pesquisa está sendo feita com laboratórios e startups também, um primeiro grupo de 0 a 100 empregados abrange empresas e laboratórios em momentos completamente diferentes, podendo atrapalhar um pouco a granularidade das informações obtidas. Nesse grupo por exemplo podemos ter empresas que nem iniciaram a entrada no mercado, com algo entre 0 e 5 funcionários (nosso caso) ou até já estarem no mercado com produções relativamente altas para um negócio de nanotecnologia (10 funcionários, produções na casa de centenas de litros por semana ou mês, por exemplo)

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

(X) Sim. Especifique: *A empresa produz nanopartículas personalizadas como seu principal produto.*

() Não.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: *Considerando aspectos de segurança mencionados no questionário, é importante frisar que o método de produção escolhido pela empresa permite que em nenhum momento sejam manuseados, produzidos ou utilizados materiais em pó, sejam estes nanoparticulados ou não. A matéria prima é em geral em tamanho bulk, e os produtos são dispersões de nanopartículas em um meio líquido.*

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

(X) Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.

() Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.

() Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.

() Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: *Produzimos nanopartículas em laboratórios e instalações de terceiros e/ou de universidades.*

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

() Programa de integridade (*compliance*).

() Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.

() Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.

() Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

() Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.

(X) Outros. Especifique: *Por utilizar espaço de laboratórios de universidades, por exemplo, a empresa segue os procedimentos de segurança do parceiro.*

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

() Sim. Especifique:_____.

(X) Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

(X) Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

() Sim.

() Não.

(X) Não possui CIPA.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

Sim. Especifique:_____.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

Sim. Especifique:_____.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

Empresa F**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

2– Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique: _Nossa tecnologia é comercializada no Brasil e em mais de 40 países_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique: Nanonotecnologia.
- Não.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais: Nossos produtos não são classificados como nanomateriais segundo definição da Comunidade Europeia em função do tamanho de partícula .

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- () Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- () Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- (x) Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- () Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- () Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- () Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- (X) Outros. Especifique: Nossa uma empresa é muito responsável na tecnologia que desenvolvemos, não trabalhamos com materiais persistentes e com solventes orgânicos. Embora o PCMSO não identificou riscos a saúde dos colaboradores nossa CIPA é ativa e vigilante para garantir a saúde de todos.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

(X) Sim. Especifique: Usamos os EPIs recomendados considerando que nosso produto é líquido, biodegradável, base aquosa e com tamanho maior que 200 nm.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

(X) Sim. Especifique: Toda a avaliação de risco é fundamentada no tipo de produto produzido.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

(x) Sim.

() Não.

() Não possui CIPA.

() Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

() Sim. Especifique:_____.

() Não.

() Prefiro não responder.

(x) Não se aplica.

Comentários Adicionais: _O PCMSO não identificou riscos associados a nossa atividade que requeiram exames complementares.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

(X) Sim. Especifique: Eventuais mudanças que tenham impacto na saúde do trabalhador serão certamente consideradas.

() Não.

() Prefiro não responder.

() Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

Empresa G**1 – A sua companhia é:**

- Nacional.
- Estrangeira.
- Prefiro não responder.

6 – Aponte o(s) Estado(s) em que a sua corporação atua:

- São Paulo.
- Rio de Janeiro.
- Paraná.
- Minas Gerais.
- Santa Catarina.
- Rio Grande do Sul.
- Bahia.
- Pernambuco.
- Outro. Especifique:_____.
- Prefiro não responder.

3 - Quantos empregados a sua empresa possui atualmente?

- 0 a 100 empregados.
- 100 a 200 empregados.
- 200 a 500 empregados.
- mais de 1.000 empregados.
- Prefiro não responder.

4 – Na sua empresa são utilizados nanomateriais no processo produtivo e/ou nanotecnologias?

- Sim. Especifique: Metais e óleos.
- Não.
- Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

5 – Qual o enquadramento da empresa de acordo com o uso das nanotecnologias no processo produtivo?

- (x) Elaboração da substância com nanotecnologia em laboratório próprio.
- () Incorporação da substância com nanotecnologia para a produção de um componente ou novo produto.
- () Fabricação de produto com nanotecnologia para a venda para outras empresas.
- () Fabricação de produto com nanotecnologias para a venda para o consumidor final.
- () Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

6 – Qual(is) o(s) procedimento(s) utilizado(s) pela companhia para a prevenção dos riscos ligado às nanotecnologias:

- () Programa de integridade (*compliance*).
- (x) Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA e Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO específicos para a exposição aos nanomateriais.
- () Equipamentos de proteção individuais e coletivos específicos para nanotecnologias.
- () Treinamentos e/ou palestras pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.
- () Nenhum procedimento, pois não foram constatados riscos à saúde.
- () Outros. Especifique:_____.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

7 – A respeito dos Equipamentos de Proteção Individuais e Coletivos, estes são específicos para as nanotecnologias, tais como, filtro HEPA, cartuchos e máscaras respiratórias com materiais filtrantes fibrosos, entre outros?

- (x) Sim. Especifique:_____.
- () Não.
- () Prefiro não responder.
- () Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

8 – Caso a sua empresa possua um Programa de Integridade (*compliance*), este avalia os riscos à saúde e segurança no ambiente de trabalho no processo nanotecnológico?

Sim. Especifique:_____.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

9 – A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) efetua palestras e/ou treinamentos em relação as nanotecnologias e os nanomateriais?

Sim.

Não.

Não possui CIPA.

Prefiro não responder.

Comentários Adicionais:_____.

10 – No Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional existem exames conectados a uma possível exposição aos nanomateriais durante a prestação de serviços?

Sim. Especifique:_____.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais:_____.

11 – Caso a sua companhia tenha projetos futuros para trabalhar com nanotecnologia, o projeto possui alguma preparação para lidar os riscos provenientes dos nanomateriais?

Sim. Especifique:_____.

Não.

Prefiro não responder.

Não se aplica.

Comentários Adicionais: Todas iniciativas de novos projetos passam por uma avaliação de riscos antes de serem iniciadas de fato.

14 APÊNDICE D - PROGRAMA DE INTEGRIDADE CRIADO PELO AUTOR

PROGRAMA DE INTEGRIDADE NANOTECH

1 – Apresentação.

O Programa de Integridade Nanotech é um conjunto de procedimentos que tem como finalidade auxiliar na gestão de riscos do processo produtivo da empresa que trabalha com nanotecnologias.

A diretriz base do programa segue os preceitos previstos no artigo 41 do Decreto n. 8.420/15:

Programa de integridade consiste, no âmbito de uma pessoa jurídica, no conjunto de mecanismos e procedimentos internos de integridade, auditoria e incentivo à denúncia de irregularidades e na aplicação efetiva de códigos de ética, políticas e diretrizes com objetivo de detectar e sanar desvios, fraudes, irregularidades e atos ilícitos praticados contra a administração pública, nacional ou estrangeira.

Não obstante o conceito legal, esse programa de *compliance* é específico para a gestão de riscos do processo produtivo, além de ser focado nas questões de segurança e medicina do trabalho nas empresas.

Para isso, os mecanismos aqui dispostos visam avaliar e a mitigar os riscos de não conformidade, tendo como finalidade principal aperfeiçoar os procedimentos da organização e garantir o alinhamento com seus princípios, valores, normas nacionais e internacionais.

2 - Estrutura do Programa de Integridade.

Considerando a finalidade exposta anteriormente deste Programa de Integridade, a sua estrutura é menos formal do que outros documentos análogos. Em razão disso, os pilares deste Programa *Nanotech* estão centrados em 10 pontos, quais sejam:

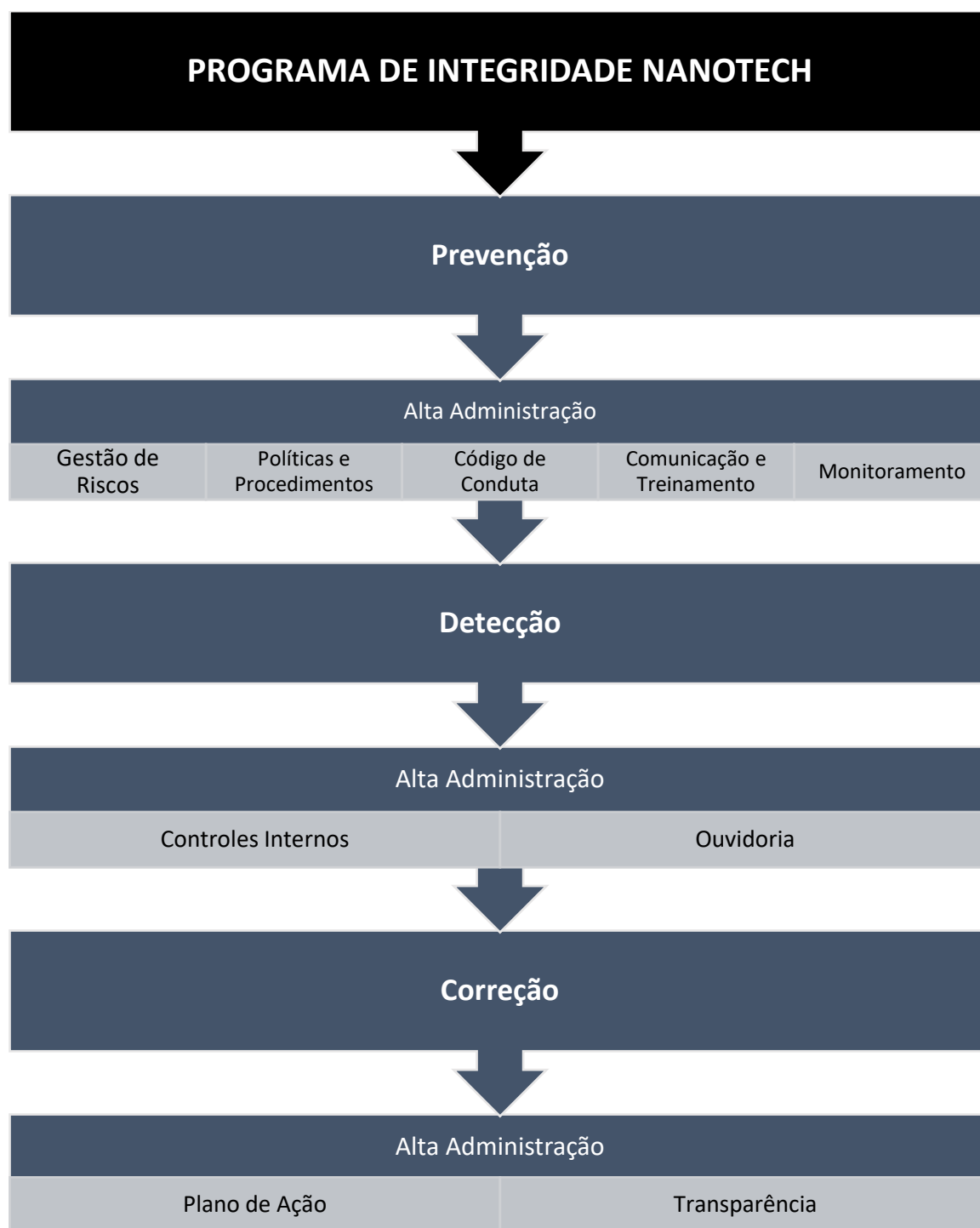
- K. Alta Administração;
- L. Gestão de riscos;
- M. Políticas e procedimentos;
- N. Código de conduta;
- O. Comunicação e treinamento;
- P. Monitoramento;
- Q. Controles internos;
- R. Ouvidoria;
- S. Plano de ação;
- T. Transparência;

Abaixo a descrição macro do sistema criado neste Programa de Integridade:



3 - Implementação do Programa de *Compliance*.

A implementação do Programa ocorre com o envolvimento da Alta direção e de todos os trabalhadores de modo operacionalizar os passos para a prevenção, detecção e correção dos processos.



4. Benefícios.

Entre os benefícios do Programa estão os seguintes pontos:

- Disseminar uma cultura de prevenção e gestão de riscos por todos no ambiente de trabalho;
- Facilitar a gestão das conformidades e as ações objetivas a fim de manter a empresa dentro de padrões elevados de proteção à saúde e segurança no trabalho;
- Melhorar a reputação e imagem da empresa criando valor para as pessoas internas e para o público em geral;

5. Pilares do programa.

O Programa de Integridade Nanotech possui 10 pilares específicos para as questões de segurança e saúde no trabalho:

5.1 Pilar A – Alta Administração

A Alta Administração da empresa assegura o cumprimento integral do Programa, seja no que diz respeito a criação de meios para que o sistema se mantenha ativo tanto quanto na participação da diretoria nos mecanismos de prevenção. Além disso, o apoio da gestão diretiva se dá também na postura ética e transparente nas relações com os colaboradores e stakeholders.

5.2 Pilar B – Gestão de riscos.

Conhecer as vulnerabilidades e riscos no processo produtivo são vitais para uma Gestão de Riscos. A Gestão de Riscos no ambiente de trabalho se partiria da avaliação de cada setor de trabalho e cada nanomaterial a fim de ser uma amplitude no processo produtivo. Para isso se faria necessário os passos abaixo para uma efetiva Gestão de Riscos em sentido amplo, tendo como passos específicos:

- 1) Coleta de informações;
- 2) Nanomateriais com exposição;
- 3) Medidas preventivas básicas;

- 4) Estudo dos níveis e dos meios de contaminação;
- 5) Novos Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva;
- 6) Medição Constante e Resultados;
- 7) Publicização no ambiente de trabalho;
- 8) Controle de Patologias Ocupacionais;
- 9) Avaliações e Revisão do processo;
- 10) Treinamentos.

5.3 Pilar C – Políticas e procedimentos.

O Programa de Compliance se subsidia de documentos institucionais para basear quais são os padrões esperados de cada pessoa inserida nessa cadeia organizacional. Os principais documentos a serem seguidos são: Regulamento Interno/Estatuto; Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho; Avaliação de Exposição Ocupacional; Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.

5.4 Pilar D – Código de Conduta.

O Código de Conduta tem o papel de orientar os padrões de conduta esperados e as responsabilidades de cada um internamente, com público externo e entidades em geral.

- Transparência em toda informação, nas relações de trabalho e pesquisa;
- Observar as regras de boa conduta nas atividades de pesquisa;
- Estimular e prover a boa-fé entre todos os integrantes do trabalho nanotecnológico;
- Promover uma cultura de Gestão de Riscos no ambiente de trabalho;
- Garantir o total cumprimento de boas práticas de Segurança e Saúde no Trabalho com a finalidade de obter a máxima proteção nos trabalhos realizados;
- Zelar pelas questões éticas, seja na pesquisa e nas atividades profissionais;
- Intensificar o debate quanto aos novos riscos atinentes ao trabalho, novas práticas e reduzir a exposição das pessoas a possíveis prejuízos;

5.5 Pilar E – Comunicação e treinamento.

A disseminação do Programa e propagação da informação é pressuposto de uma política de *compliance* em qualquer nível. Considerando os temas de Segurança e Saúde no Trabalho as ações de comunicação e de treinamento devem ser adaptadas a cada tipo de público visando uma maior efetividade. Ainda, um fator vital na comunicação e no treinamento é o auxílio na discussão e aplicação da gestão da consequência em casos de alguma irregularidade ou risco distinto.

5.6 Pilar F – Monitoramento.

O Monitoramento será composto de uma diretriz básica que avaliará, trimestralmente, os riscos de todos os setores para se aferir se houve alteração de alguma condição de trabalho ou grau de exposição, bem como se houve alguma nova disposição nos órgãos fiscalizadores e reguladores em matéria de Saúde e Segurança do Trabalho. Com isso, por consequência, a Avaliação de Exposição Ocupacional e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional serão revisitados e atualizados para manter as políticas nos padrões nacionais e internacionais.

5.7 Pilar G – Controles internos.

Os Controles Internos terão como propósito que eventos indesejáveis sejam prevenidos, detectados e corrigidos tempestivamente e adequadamente. Para tanto, se fará necessário uma análise inicial da situação em si com validação documental, elaboração de relatório com o desenho da recomendação e criticidade do risco existente, apresentação para o Comitê competente ou Alta Administração. Ao fim, resultará um plano de Ação, conforme descrito abaixo.

5.8 Pilar H – Ouvidoria.

A ouvidoria terá como papel ser um meio de alerta para potenciais violações no Código de Conduta, nas Políticas internas e no próprio Programa de Compliance. Assim, servirá como um Canal de Denúncia que receberá denúncias para avaliar possíveis inconformidades e dúvidas nos procedimentos através do e-mail

ouvidoria@empresa.com, o qual garantirá sigilo na identidade da pessoa e nas informações prestadas.

5.9 Pilar I – Plano de ação.

O Plano de Ação é etapa complementar dos Controles Internos em que se determinará as seguintes questões: a) recomendação descrita com a alteração e/ou melhoria no processo interno; b) responsável pela execução e acompanhamento; c) prazo para execução; d) urgência ou prioridade da demanda.

5.10 Pilar J – Transparência.

Em posterior a todo o cumprimento da cadeia da Política de Compliance, a transparência ocorrerá através do fortalecimento da parceria da Alta administração com os colaboradores, parceiros e demais envolvidos nas questões de Saúde e Segurança do Trabalho. Ainda, essa transparência se consolidará com a divulgação imediata de um novo risco ou a alteração de um risco conhecido, bem como com a imediata explicitação das ações preventivas no sentido de reduzir ou mitigar tais problemas. Esse é um compromisso de boa-fé na relação entre empresa e colaborador.

ANEXO 1 - DETAILED ANALYSIS OF RESULTS FROM THE CONSULTATION - CODE OF CONDUCT FOR RESPONSIBLE NANOSCIENCES AND NANOTECHNOLOGIES RESEARCH

1- Introduction

The “Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research” (CoC) should be a set of rules outlining responsibilities of and proper practices for individuals and organizations involved in Nanosciences and Nanotechnologies research. It is meant to guide choices rather than being prescriptive. It should take into account the results of the consultation process held from 9 July 2007 to 21 September 2007.

The present analysis is based on the contributions received on 21st September 2007. It does not take into account contributions received at a later date and which will be used on a case by case basis.

2- Contributions

The public consultation has been open to all stakeholders directly or indirectly involved or interested in Nanosciences and Nanotechnologies Research. In answer to the set of 10 questions (See consultation paper), 64 valid answers were received on 21st September. Two of them were representing several partners (4 and 2). Many answers were substantiated by (existing or ad hoc) high quality papers representing a significant amount of work. First contributor in terms of numbers is Industry with 24 answers, then Research (19), Individuals (13), Civil Society Organisations (10) and Government (with 3 only).

3- First lessons from binary questions (Yes/No)

Five questions among the ten questions of the consultation were to be answered by Yes or No.

Q1: The Code of Conduct will bring added-value in the EU ‘nano’ landscape.
Do

you agree with this statement?

Q2: Do you think that the proposed scope of the Code of Conduct is sufficient?

Q4: Do you think that the set of principles suggested (Precaution, Inclusiveness

and Integrity) is sufficient to ensure a safe and sound N&N development in Europe?

Q6: Do you believe that there are fields of nanosciences and nanotechnologies where research should not be conducted?

Q9: Would you/your company/organisation be willing to follow the Code of Conduct?

In raw numbers, 88 % of the respondents agree that the Code of Conduct would bring an added value in Nanosciences and Nanotechnologies Research and 86% would be ready to adopt such a code (although with some reserve for some of them). Nevertheless, for the issues of Scope (Q2), Principles (Q4) and Restrictions (Q6), figures show a nearly half-half divide in reaction to the ideas exposed in the Consultation paper.

4- Preliminary analysis per category

Preliminary analysis (See table in Annex II) shows significant differences between categories.

Added Value (Q1) and willingness to follow the Code of Conduct (Q9)

100% of researchers and policy makers (although the latter category is not significant with only 3 respondents) agree that the Code will bring an added value and all of them (but 1 researcher on 19) would follow the Code. For Industry, Civil Society or Individuals, the agreement drops respectively to 83, 80 and 85 % which is still a good approbation.

Scope (Q2)

Only 53 % of Researchers and 54 % of Industry agree on the scope of the Code and the rate drops to only 10 % for Civil Society. The rate is 67 % for Policy Makers and 69 % for Individuals.

Principles (Q4)

If 100 % of Policy Makers agree on the Principles, they are only 79 % of Researchers, 54 % of Industry and the rate drops to 0 % for Civil Society!

Restrictions (Q6)

The divide is also obvious for Restrictions to be applied to Nanosciences and Nanotechnologies. Only 33 % of Industry and 37 % of Researchers agree that there should be restrictions. The rates climb to 67 % for Policy Makers and 100 % for Civil Society!

5- Detailed analysis per category

The above preliminary analysis underlines the most salient features of the set of answers. It is further completed by the detailed analysis below including answers to questions Q3, Q5, Q7, Q8 and Q10:

Q3: [Do you think that the proposed scope of the Code of Conduct is sufficient?] If not why?

Q5: [Do you think that the set of principles suggested in the consultation paper is sufficient to ensure a safe and sound nanosciences and nanotechnologies development in Europe?] Would you suggest different principles?

Q7: Additional comments on potential restrictions?

Q8: How do you suggest sustaining interest once the Code of Conduct is adopted? What could be the follow-up?

Q10: Any comment on your intention to follow or not the Code of Conduct?

Researchers

It is felt that NST should encourage/improve democracy and that publicly funded NST activities should be directed towards the well being of individuals and society. The concerns go beyond research.

The CoC should be simple, clear and balanced in its presentation of opportunities and threats. It should give Europe a united voice as is the case in the US.

Researchers advise to take a certain % of the funds allocated to NST in order to carry more research on:

- Fundamental biological processes affected by nanoscale objects;
- Standards and Protocols for the nanoscale activities, including risk related activities;
- Societal impacts of NST, including also risk related dimension.

The issue of restriction has attracted a number of comments. Although 2/3 of researchers answered negatively, comments are shaded in their meaning. Some say that research being self-regulated, it should not suffer restrictions but others think that restrictions are advisable in a few fields, should be submitted to regular review and taken into account in international agreements:

- Criminal and military uses;
- Release of non-biodegradable Nano-particles in the environment;
- Inclusion of non-biodegradable Nano-particles in food.

The CoC should be adopted by as many research organisations as possible.

- Adoption of the CoC should be a prerequisite for public funding, including FP7;
- The CoC should be published in all NST related Journals;
- The CoC should be submitted to a permanent debate;
- A logo could be created, indicating the compliance to the CoC;
- The CoC should protect researchers and organisations complying with it;
- The CoC should strengthen Integrity of Research.

Regulation and laws should be revised in order to integrate NST issues. This is especially true for safety regulation but also for regulation linked to human rights. International regulations relating to security should also be revised, and notably disarmament treaties. The issue of liability should be clarified.

A broad dialogue should be engaged and sustained with society. NST results and methodologies should be publicly accessible.

The CoC should avoid excessive asymmetries at global level.

- A public dialogue should be conducted at world level.

An independent observatory should monitor the CoC. It should be periodically reviewed and regularly revised.

Policy Makers

The scope of the CoC should be broader than Research. It should include innovation.

The impacts and risks should matter more than the kind of activities pursued.

- An impact/risk assessment should be conducted and presented for any NST proposal presented for public funding.

Restrictions should be limited but real.

- Aggressive military applications, human enhancement should be banned.

The CoC should be widely disseminated and it should be part of national and European funding programs.

- CoC should be subject to a specific awareness programme.

The CoC should be monitored.

- National monitoring Committees should be networked at European level.

Industry

The CoC should bring “necessary flexibility and planning ability for innovation and growth”.

Principles could be expanded to Sustainable Development, Transparency, Openness, Security, Safety Quality of Science, Responsibility, and Anticipation. Precautionary Principle should be kept in line with Progress.

If any, restrictions should follow a hierarchy (Human embryo, Human stem cells, etc.).

Industry is conscious of the importance of societal support to Nanotechnologies in order to gain trust and avoid GMO block. It would like the representation of NST to be more balanced towards benefits.

- NST communication should be improved;
- Best practices should be shared (award?);

- More research should be done on risk communication.
- An Open Forum should be set to stir NST societal debate (SANCO? Nano Obs.?)
- A round table should be set up on potential ethics based restrictions;
- A consultation should be done before adopting the CoC.

Suggestions from industry include and expansion of the scope of the CoC to innovation and to all research fields (not specifically to NST). It is advised that the CoC should be stronger and more focused. It is even suggested that it could be a standard for receiving public funding.

- More reflection should be held on non-compliance to the CoC.

NST research activities should be coupled with state of the art research on the effects on Health and Environment. More application driven research should be funded and fragmentation at European level should be avoided.

- More applied research;
- More research on impact and risk assessment;
- Non finding effects should be publicized.

Standards and references, terminology and procedures for methodologies and instrumentation should be enhanced.

- Reflect on IPR;
- More pre-normative research.

Industry is worried about a potential loss of competitiveness on the global market.

- Third countries should be invited to the dialogue on NST.

The CoC should not duplicate existing CoC or regulations (Responsible Care, CSR, etc.). It should be regularly reviewed and adapted.

- A European body should be in charge of CoC review and adaptation.

Civil Society Organizations

For CSOs, the CoC should be compulsory and cover innovation. It should be more focused and practice oriented with concrete actions.

- Sanctions should be set for non-compliance to the CoC;
- Drug regulation should apply to Nano.

Existing regulation should be revised and a specific new one created.

- Consider nanoproducts as new products;
- Take a “whole life cycle” approach;
- Fund NST looking for potential concerns;
- Deliver market authorizations;
- Clarify risk assessments procedures;
- Adopt liability assessment rules and standards;
- Adopt liability provisions for those manufacturing and marketing Nano products;
- Track regulatory gaps;
- Regulate internationally but respect local community choice not to enter into Nano;
- Update international convention on disarmament;
- Adopt guidelines for the prevention of nanopathologies.

NST should be oriented towards “Millennium Goals” related topics and all respondents agree that there should be restrictions.

- Ban military research;
- Ban enhancement;
- Ban Nano food and feed;
- Favor research on human health, societal well being and sustainable development;
- Support NST on nanopathologies;
- Apply principles of Purpose, Predictability, Ownership and Responsibility;
- Replace animal experimentation;
- Fund NST research for Health and Safety of public and workers;
- Create social and ethical criteria;
- Apply the principle of “Meaning”;
- Beware of “Nano Hype”.

Apply the “Right to know” and Transparency principles.

- Make the CoC widely known;
- Guarantee free and open access to NST data and methodologies;
- Adopt labeling provisions;
- Inform retailers and service deliverers of consumer concerns;
- Integrate NST ethics and social aspects in education.

Apply the “Inclusive governance” principle.

- Engage Civil Society in decision-making;
- Support an effective public debate;
- Communicate on risks, benefits and uncertainties;
- Involve consumers in research and communication activities.

The CoC should be a living instrument.

- Set a pluralistic forum to transform principles into practice;
- Revise, amend CoC regularly.

Individuals

Beside a very specific and negative answer, individual contributions are very close to CSOs' ones.

The scope of the CoC should be extended to innovation (e.g. patents should be discouraged for public funded research).

Ethical, social, environmental and health impacts should be investigated at EU level and cost analysis should be performed.

Restrictions should be set for weapons, non-ethical and unsustainable research, food applications and autonomous operating Nano-devices.

Inclusive governance should be fostered through consultation of stakeholders and public participation in priority setting, acceptance and desirability.

The CoC should be publicized widely. It should apply to FPs. A label should be set as well as legal consequences to the assessment activities.

The CoC should be reviewed regularly.

International cooperation should be fostered through Forum and NST research.

6- Common suggestions between categories

There are common suggestions concerning NST activities and common suggestions concerning the CoC.

NST activities

- Communication should be improved;
- Risk and impact assessment should be done at EU level.
- A public debate should be held;
- Restrictions should be established in a limited number;

Furthermore, CSOs and Individuals insist on being part of the decision making process as far as NST is concerned and they would like responsibilities clearly established.

Researchers and CSOs would like to see the existing regulations and treaties revised.

Researchers and Industry would like to see a specific effort towards setting standards, references, terminology and procedures relating to NST.

Code of Conduct

- The scope of the CoC should be expanded towards innovation;
- The CoC should be widely disseminated (Industry does not say Much about that);
- Constraints should be attached to the CoC;
- The CoC should be monitored and updated regularly;
- Agreement should be reached on the CoC at international level (Policy Makers do not say anything on this).

Furthermore, Researchers, CSOs and Individuals would like to see a label for organizations / products in compliance with the CoC.

7- Specific suggestions per categories

Apart common suggestions, one can see specific concerns / suggestions expressed by each category.

Researchers

- Fundamental biological processes affected by Nano-scale objects;
- The CoC should protect researchers and organizations complying with it;
- The CoC should strengthen Integrity of Research.

Policy Makers

- (Nothing specific)

Industry

- More applied research;
- Non finding effects should be publicized.
- Reflect on IPR;
- More pre-normative research.
- The CoC should not duplicate existing CoC or regulations (Responsible Care, CSR, etc.). It should be regularly reviewed and adapted.

Civil Society Organizations

- Take a “whole life cycle” approach;
- Deliver market authorizations;
- Adopt liability assessment rules and standards;
- Adopt liability provisions for those manufacturing and marketing Nano products;
- Adopt guidelines for the prevention of nanopathologies.
- Replace animal experimentation;
- Guarantee free and open access to NST data and methodologies;
- Inform retailers and service deliverers of consumer concerns;

- Integrate NST ethics and social aspects in education.
- Engage Civil Society in decision-making;
- Involve consumers in research and communication activities.

Individuals

- (Nothing specific)

ANEXO 2 – CODE OF CONDUCT FOR RESPONSIBLE NANOSCIENCES AND NANOTECHNOLOGIES RESEARCH

This Code of Conduct provides Member States, employers, research funders, researchers and more generally all individuals and civil society organisations involved or interested in nanosciences and nanotechnologies (N&N) research (“all stakeholders”) with guidelines favouring a responsible and open approach to N&N research in the Community.

The Code of Conduct is complementary to existing regulations. It does not limit or otherwise affect the possibilities of Member States to grant a wider measure of protection with regard to N&N research than is stipulated in this Code of Conduct.

Stakeholders who adhere to this Code of Conduct should also be inspired, where applicable, by the principles set out in the Charter of Fundamental Rights of the European Union.

The Code of Conduct will be regularly monitored and revised every two years by the Commission in order to take into account developments in N&N worldwide and their integration in European society.

1. SCOPE AND AIM

The Code of Conduct invites all stakeholders to act responsibly and cooperate with each other, in line with the N&N Strategy and Action Plan of the Commission, in order to ensure that N&N research is undertaken in the Community in a safe, ethical and effective framework, supporting sustainable economic, social and environmental development.

The Code of Conduct covers all N&N research activities undertaken in the European Research Area.

The Code of Conduct is voluntary. It offers a set of general principles and guidelines for actions to be taken by all N&N stakeholders. It should facilitate and underpin the regulatory and non-regulatory approaches outlined in the 2005-2009 N&N Action Plan for Europe, improving the implementation of current regulation and coping with scientific uncertainties.

The Code of Conduct should also be a European basis for dialogue with third countries and international organisations.

2. DEFINITIONS

For the purpose of the Code of Conduct, the following definitions apply:

a) Nano-objects: In the absence of recognised international terminology the generic term of 'nano-object' is used all throughout the Code of Conduct to designate products resulting from N&N research. It includes nanoparticles and their aggregation at nanoscale, nano- systems, nano-materials, nano-structured materials and nano-products.

b) N&N research: In the broadest sense understood here, N&N research encompasses all research activities dealing with matter at the nanometric scale (1 to 100 nm). It includes all man-made nano-objects be they engineered or involuntarily generated. Naturally occurring nano-objects are excluded from the scope of the Code of Conduct N&N research encompasses research activities from the most fundamental research to applied research, technology development and pre and co-normative research underpinning scientific advice, standards and regulations.

c) N&N stakeholders: Member States, employ- ers, research funders, researchers and more generally all individuals and civil society or- ganisations engaged, involved or interested in N&N research.

d) Civil society organisations: In the context of the Code of Conduct, civil society organisations are considered to be any legal entity that is non governmental,

not-for-profit, not representing commercial interests, and pursuing a common purpose in the public interest.

3. GENERAL PRINCIPLES

This Code of Conduct is based on a set of general principles which call for actions aimed at guaranteeing their respect by all stakeholders.

3.1 Meaning

N&N research activities should be comprehensible to the public. They should respect fundamental rights and be conducted in the interest of the well-being of individuals and society in their design, implementation, dissemination and use.

3.2 Sustainability

N&N research activities should be safe, ethical and contribute to sustainable development serving the sustainability objectives of the Community as well as contributing to the United Nations' Millennium Development Goals¹¹. They should not harm or create a biological, physical or moral threat to people, animals, plants or the environment, at present or in the future.

3.3 Precaution

N&N research activities should be conducted in accordance with the precautionary principle, anticipating potential environmental, health and safety impacts of N&N outcomes and taking due precautions, proportional to the level of protection, while encouraging progress for the benefit of society and the environment.

3.4 Inclusiveness

Governance of N&N research activities should be guided by the principles of openness to all stakeholders, transparency and respect for the legitimate right of

access to information. It should allow the participation in decision-making processes of all stakeholders involved in or concerned by N&N research activities.

3.5 Excellence

N&N research activities should meet the best scientific standards, including standards underpinning the integrity of research and standards relating to Good Laboratory Practices¹².

3.6 Innovation

Governance of N&N research activities should encourage maximum creativity, flexibility and planning ability for innovation and growth.

3.7 Accountability

Researchers and research organisations should remain accountable for the social, environmental and human health impacts that their N&N research may impose on present and future generations.

4. GUIDELINES ON ACTIONS TO BE TAKEN

The guidelines set out in this point are based on the set of general principles described in point 3. They are meant to give guidance on how to achieve good governance, due respect for precaution, as well as wide dissemination and good monitoring of the Code of Conduct. The main responsibilities for action are indicated below, but all N&N stakeholders should contribute to their implementation as much as possible within the scope of their own remit.

4.1 Good governance of N&N research

Good governance of N&N research should take into account the need and desire of all stakeholders to be aware of the specific challenges and opportunities raised by N&N. A general culture of responsibility should be created in view of

challenges and opportunities that may be raised in the future and that we cannot at present foresee.

4.1.1 Member States should cooperate with the Commission in order to maintain an open and pluralistic forum for discussion on N&N research at Community level as a means to stimulate the societal debate about N&N research, encouraging the identification and discussion of concerns and hopes and facilitating the emergence of possible initiatives and solutions. Accordingly, Member States should enhance communication on benefits, risks and uncertainties related to N&N research. Specific attention should be paid to the younger and older members of the population.

4.1.2 With due respect for intellectual property rights, Member States, N&N research funding bodies, research organisations and researchers are encouraged to make easily accessible and understandable by lay people as well as by the scientific community all N&N scientific knowledge as well as related information such as relevant standards, references, labels, research on impacts, regulations and laws.

4.1.3 Member States should encourage private and public sector laboratories to share best practices in N&N research, with due respect for the protection of intellectual property.

4.1.4 N&N research organisations and researchers should ensure that scientific data and results are duly peer-reviewed before being widely disseminated outside the scientific community in order to ensure their clarity and balanced presentation.

4.1.5 Given its potential, Member States and N&N research organisations should ensure that N&N research is conducted at the highest level of scientific integrity. Questionable N&N research practices (not limited to plagiarism, falsification and fabrication of data) should be fought as they may entail risks for health, safety and the environment, raise public distrust and slow down the dissemination of benefits from research. Individuals signalling impropriety in research should be protected by their employers and national or regional laws.

4.1.6 Member States should ensure that appropriate human and financial resources are dedicated to the application of existing laws and regulations applicable to N&N research. Organisations performing N&N research activities should demonstrate transparently that they comply with relevant regulations.

4.1.7 National and local ethics committees and competent authorities should evaluate the manner of applying ethical review requirements to dual-use nanotechnology research. They should notably address the fundamental rights implications of any possible restrictions on informed consent and on publication of research results related to human health.

Favouring an inclusive approach

4.1.8 The broad directions of N&N research should be decided in an inclusive manner, allowing all stakeholders to enrich the preliminary discussions on these directions.

4.1.9 Member States, N&N research funding bodies, research organisations and researchers are encouraged to consider, at the earliest stages and through participatory foresight exercises, the future implications of technologies or objects being researched. This could allow the development of solutions to meet potential negative impacts caused by the use of a new object or technology at a later stage. Consultations with relevant ethics committees should be part of such foresight exercises as appropriate.

4.1.10 N&N research itself should be open to contributions from all stakeholders who should be informed and supported so that they can take an active part in the research activities, within the scope of their mission and mandate.

Key priorities

4.1.11 Research authorities and standardisation bodies should endeavour to adopt N&N standard terminology to facilitate the communication of scientific evidence.

They should encourage standard measurement procedures as well as the use of appropriate reference materials in order to improve comparability of scientific data.

4.1.12 N&N research funding bodies should devote an appropriate part of N&N research to the development of methods and tools for risk assessment, the refinement of metrology at nano-scale and standardisation activities. In this context, particular attention should be paid to developing methods to assess the risk of second-generation, active nano-structures.

4.1.13 Member States, N&N research funding bodies and organisations should encourage fields of N&N research with the broadest possible positive impact. A priority should be given to research aiming to protect the public and the environment, consumers or workers and aiming to reduce, refine or replace animal experimentation.

4.1.14 N&N research funding bodies should carry out and publish balanced assessments, based on best available scientific data, of the potential costs, risks, and benefits of research areas eligible for funding.

Prohibition, restrictions or limitations

4.1.15 N&N research funding bodies should not fund research in areas which could involve the violation of fundamental rights or fundamental ethical principles, at either the research or development stages (e.g. artificial viruses with pathogenic potentials).

4.1.16 N&N research organisations should not undertake research aiming for non-therapeutic enhancement of human beings leading to addiction or solely for the illicit enhancement of the performance of the human body.

4.1.17 As long as risk assessment studies on long-term safety is not available, research involving deliberate intrusion of nano-objects into the human body, their inclusion in food (especially in food for babies), feed, toys, cosmetics and other products that may lead to exposure to humans and the environment, should be avoided.

4.2 Due respect for precaution

Given the deficit of knowledge of the environmental and health impacts of nano-objects, Member States should apply the precautionary principle in order to protect not only researchers, who will be the first to be in contact with nano-objects, but also professionals, consumers, citizens and the environment in the course of N&N research activities.

4.2.1 Students, researchers and research organisations involved in N&N research should take specific health, safety and environmental measures adapted to the particularities of the nano-objects manipulated. Specific guidelines on the prevention of pathologies induced by nano-objects should be developed in line with the Community Strategy 2007-2014 on Health and Safety at Work¹³.

4.2.2 N&N research organisations should apply existing good practices in terms of classification and labelling. In addition, as nano-objects might present specific properties due to their size, they should undertake research on systems (including e.g. the development of specific pictograms) aiming to inform researchers and more generally people likely to come into contact with nano-objects in research premises (e.g. security and emergency staff) so that they may take the necessary and appropriate protection measures in the course of their duties.

4.2.3 Public and private N&N research funding bodies should request that a risk assessment be presented along with each submission of a proposal for funding for N&N research.

4.2.4 N&N research funding bodies' programmes should include monitoring of the potential social, environmental and human health impacts of N&N over a relevant period of time.

Application of the precautionary principle should include reducing the gaps in scientific knowledge, and therefore undertaking further actions in research and development such as the following:

4.2.5 Research funding bodies should devote an appropriate part of N&N research to understanding the potential risks, notably to the environment and human health, induced by nano-objects, encompassing their whole life-cycle, from their creation up to their end of life, including recycling.

4.2.6 N&N research organisations and researchers should launch and coordinate specific N&N research activities in order to gain a better understanding of fundamental biological processes involved in the toxicology and ecotoxicology of nano-objects man-made or naturally occurring. They should widely publicise, when duly validated, data and findings on their biological effects, be they positive, negative or null.

4.2.7 N&N research funding bodies should launch and coordinate specific research activities in order to gain a better understanding of ethical, legal and societal impacts of the new fields opened by N&N. Information and communication technologies and biotechnology should receive particular attention as well as the convergence between these fields and cognitive sciences and N&N.

4.3 Wide dissemination and monitoring of the Code of Conduct

4.3.1 Member States should support the wide dissemination of this Code of Conduct, notably through national and regional public research funding bodies.

4.3.2 In addition to the existence of this Code of Conduct, N&N research funding bodies should make sure that N&N researchers are aware of all relevant legislation, as well as ethical and social frameworks.

4.3.3 As the application of the Code of Conduct should be monitored across the Community, Member States should cooperate with the Commission in order to devise adequate measures to carry out such monitoring at national level and guarantee synergies with other Member States.