

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO

PAULO IGOR FAISTAUER

ASPECTOS COMPORTAMENTAIS EM AMBIENTES CORPORATIVOS
ADMINISTRATIVOS:

Uma análise sobre a percepção humana através da neuroarquitetura

SÃO LEOPOLDO

2024

PAULO IGOR FAISTAUER

**ASPECTOS COMPORTAMENTAIS EM AMBIENTES CORPORATIVOS
ADMINISTRATIVOS:**

Uma análise sobre a percepção humana através da neuroarquitetura

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador(a): Prof.^a Dr. Julian Grub

SÃO LEOPOLDO

2024

F173a	Faistauer, Paulo Igor. Aspectos comportamentais em ambientes corporativos administrativos: uma análise sobre a percepção humana através da neuroarquitetura / por Paulo Igor Faistauer. – São Leopoldo, 2024. 208 f. : il. color. ; 30 cm. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, RS, 2024. Orientação: Prof. Dr. Julian Grub, Escola Politécnica. 1.Neurociência na arquitetura. 2.Arquitetura – Fatores humanos. 3.Arquitetura de interiores. 4.Escritórios – Layout. 5.Ambiente de trabalho – Aspectos psicológicos. 6.Neuroarquitetura. I.Grub, Julian. II.Título. CDU 72:612.82 72.04:651 72:159.9
-------	---

Catálogo na publicação:
Bibliotecária Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado através da Bolsa Unisinos de Apoio à Pesquisa, de Ciência, Tecnologia, Inovação e Empreendedorismo (CTIE). Gostaria de expressar meu sincero agradecimento à Comissão de Bolsas do PPG de Arquitetura e Urbanismo pela sua dedicação incansável e apoio constante ao longo de todo desenvolvimento desta pesquisa. As contribuições dos professores e funcionários de diversos campos - engenharia civil, tecnologia da informação, psicologia, arquitetura e urbanismo - foram essenciais para o progresso e sucesso deste estudo interdisciplinar.

Um agradecimento especial à minha esposa Jennifer, cujo apoio e companheirismo foram fundamentais em toda a jornada. Além da torcida, estive ao meu lado em todos os momentos para trocar ideias, oferecer conforto e criar um ambiente propício, repleto de música, drinks e sorrisos.

À minha mãe, que ofereceu todo o auxílio e solidariedade possíveis para culminação desta etapa, expressei minha sincera gratidão.

Dedico meu profundo agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Julian Grub, cuja orientação foi como a de um verdadeiro mestre, sempre disposto a explorar novos horizontes. Mesmo ciente dos desafios, incentivou cada etapa do percurso, sendo uma fonte constante de inspiração e encorajamento.

RESUMO

O ambiente pode impactar o bem-estar, o comportamento e as ações dos usuários. Desta forma, a pesquisa enfatiza a relevância dos aspectos psicológicos e comportamentais dos usuários no ambiente, alterando a percepção de uso do espaço. Nesta dissertação buscou-se estudar a psicologia dos seres humanos ao interagir com ambientes construídos, explorando o enfoque da neuroarquitetura. A neuroarquitetura visa compreender como o cérebro humano é influenciado por estímulos cognitivos nos ambientes projetados, buscando a melhoria da qualidade de vida e da produtividade. O objetivo da pesquisa foi verificar a contribuição da neuroarquitetura na qualidade dos espaços ligados aos escritórios corporativos administrativos. A dissertação adotou uma metodologia de revisão sistemática integrativa, na qual foram coletados dados para suportar os elementos relacionados à neuroarquitetura. Esses dados foram compilados por meio de relações matemáticas para criar probabilidades que descrevem como as variáveis dos dados estão relacionadas entre si. Foi conduzido um estudo de caso com o propósito de avaliar a precisão do modelo por meio de um levantamento físico. Este levantamento explorou os fatores comportamentais associados à qualidade do ambiente corporativo, resultando no diagnóstico das influências benéficas e prejudiciais para o usuário. Estas descobertas conduziram à formulação de recomendações para o projeto arquitetônico, visando aprimorar os aspectos relacionados ao bem-estar, equilíbrio emocional, conforto e desempenho dos usuários no ambiente corporativo analisado.

Palavras-chave: neuroarquitetura; comportamento; design baseado em evidências; ambiente de trabalho; projeto arquitetônico.

ABSTRACT

The environment can impact the well-being, behavior and actions of users. Therefore, the research emphasizes the relevance of the psychological and behavioral aspects of users in the environment, changing the use perception of the space. This dissertation seeks to study the psychology of human beings when interacting with built environments, exploring the neuroarchitectural approach. Neuroarchitecture aims to understand how the human brain is guided by cognitive stimuli in specific environments, seeking to improve quality of life and productivity. The objective of the research was to verify the contribution of neuroarchitecture to the quality of spaces at corporate administrative offices. The research adopted an integrative systematic review methodology, in which data was found to support elements related to neuroarchitecture. This data was compiled using mathematical relationships to create probabilities that describe how variables in the data are related to each other. A case study was conducted with the aim of evaluating the accuracy of the model through a physical survey. This survey explored the behavioral factors associated with the quality of the corporate environment, resulting in the diagnosis of beneficial and specific influences for the user. These findings led to the formulation of recommendations for the innovative project, improving aspects related to the well-being, emotional balance, comfort and performance of users in the focused corporate environment.

Keywords: neuroarchitecture; behavior; evidence-based design; work environment; architectural design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais consequências da Rotatividade de funcionários.....	13
Figura 2 – Processo da influência do ambiente.....	22
Figura 3 – Modelo circumplexo de afeto	33
Figura 4 – Perspectiva externa Hazelwood School Glasgow	39
Figura 5 – Perspectiva sala de aula Hazelwood School Glasgow.....	40
Figura 6 – Perspectiva espaço comum Hazelwood School Glasgow.....	41
Figura 7 – Planta baixa da Rua <i>Galleria degli Uffizi</i>	44
Figura 8 – Vista ao sul da Rua <i>Galleria degli Uffizi</i> , 1560–81 (Florença).	45
Figura 9 – Escritório da <i>American Type Founders</i> em Nova Iorque.....	46
Figura 10 – <i>Wainwright Building</i> , St. Louis 1890, Louis Sullivan	47
Figura 11 – Interior e planta baixa do Edifício Larkin, Frank Lloyd Wright (1906)	48
Figura 12 – Interior e planta baixa do Edifício administrativo <i>S.C. Johnson</i> , Frank Lloyd Wright (1939)	49
Figura 13 – Proporção das áreas em ambientes administrativos.....	53
Figura 14 – Evolução dos ambientes administrativos	55
Figura 15 – Exemplo de linguagens verbais e não-verbais.....	63
Figura 16 – Fases do ciclo circadiano	68
Figura 17 – Atributos da biofilia	79
Figura 18 – Etapas da pesquisa Científica	89
Figura 19 – Diagrama relacional EBD – Percepção-sentidos x elementos físicos sensórios x variáveis influenciadoras	91
Figura 20 – Diagrama relacional das variáveis - EBD	93
Figura 21 – Fórmulas e normas aplicadas a RB (rede bayesiana).....	97
Figura 22 – Fachada principal da edificação do estudo de caso.....	106
Figura 23 – Vista geral do ambiente do estudo de caso	106
Figura 24 – Planta baixa levantamento do ambiente	107
Figura 25 – Corte A.A levantamento do ambiente.....	108
Figura 26 – Planta de situação.....	113
Figura 27 – Planta baixa técnica (localização da sala de estudo de caso)	114
Figura 28 – Corte esquemático (localização da sala de estudo de caso)	115
Figura 29 – Corredor de acesso.....	116
Figura 30 – Foto A: Hall de entrada e espaço de suporte	116

Figura 31 – Foto B: Ambiente de trabalho coletivo.....	117
Figura 32 – Foto C: Ambiente de trabalho coletivo	118
Figura 33 – Foto D: Sala de reuniões.....	118
Figura 34 – Foto E e foto F: Sacada	119
Figura 35 – Fluxos e movimentação da área de estudo de caso	121
Figura 36 – Rede bayesiana abastecida com dados do estudo de caso	123
Figura 37 – Planta baixa: Elementos naturais	124
Figura 38 – Recorte 01 – RB abastecida – Ativação Perceptiva	126
Figura 39 – Planta de forro: Medições Luxímetro.....	129
Figura 40 – Recorte 02 - RB abastecida – Iluminação natural e artificial	130
Figura 41 – Planta baixa: Medições higrômetro	133
Figura 42 – Planta baixa: Medições anemômetro	135
Figura 43 – Recorte 03 - RB abastecida – Qualidade do ar.....	136
Figura 44 – Planta baixa: Medições decibelímetro	138
Figura 45 – Recorte 04 – RB abastecida – Conforto acústico.....	139
Figura 46 – Planta baixa: percurso e permanência	141
Figura 47 – Recorte 05 - RB abastecida – Design ativo.....	142
Figura 48 – Perspectivas isométricas: levantamento/modelagem do ambiente	144
Figura 49 – Paleta de cores do ambiente.....	145
Figura 50 – Quadro das formas existentes.....	146
Figura 51 – Recorte 06 - RB abastecida – Formas, cores e texturas.....	147
Figura 52 – Neuroarquitetura aplicada ao projeto arquitetônico – Recomendações gerais.....	158
Figura 53 – Planta baixa – Proposta de projeto	160
Figura 54 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Área de produção	161
Figura 55 – Planta de forro – Proposta de projeto.....	163
Figura 56 – Perspectivas isométricas: proposta/modelagem do projeto	165
Figura 57 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Hall e reuniões	166
Figura 58 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Hall e Copa.....	167
Figura 59 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Diferentes zonas	168
Figura 60 – Qr code – perspectivas 360° proposta/modelagem do projeto.....	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos principais transtornos psiquiátricos considerados nos estudos sobre ritmo circadiano.....	68
Gráfico 2 – Produção cortisol e melatonina x ciclo diário	69
Gráfico 3 – Análise lumínica.....	150
Gráfico 4 – Análise do ar.....	151
Gráfico 5 – Análise acústica	151
Gráfico 6 – Análise visual	152
Gráfico 7 – Análise Ergonômica	153
Gráfico 8 – Análise design ativo	153
Gráfico 9 – Análise biofilia	154
Gráfico 10 – Análise impacto no usuário.....	154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo do impacto das cores no ser humano	61
Tabela 2 – Aspectos, informações e cuidados na escolha das cores	62
Tabela 3 – Relação das formas e impactos para o ser humano	65
Tabela 4 – Fatores determinantes da iluminância adequada	70
Tabela 5 – Impacto da luz no ser humano	71
Tabela 6 – Influência do conforto no rendimento do trabalho	75
Tabela 7 – Comparativo entre os conceitos e aplicação da biomimética, biofilia, topofilia e bioarquitetura a partir da compreensão de autores estudados.	81
Tabela 8 – Informações relacionando os elementos da biofilia	83
Tabela 9 – Comparativo entre questões ergonômicas	86
Tabela 10 – Exemplo de uma rede bayesiana.	95
Tabela 11 – Rede Bayesiana	98
Tabela 12 – Recorte 01 - RB - Ativação perceptiva	99
Tabela 13 – Recorte 02 - RB - Iluminação natural e artificial	100
Tabela 14 – Recorte 03 – RB – Qualidade do ar.....	101
Tabela 15 – Recorte 04 – RB – Conforto acústico	102
Tabela 16 – Recorte 05 – RB – Formas, cores e texturas	103
Tabela 17 – Recorte 06 – RB – Design ativo	104
Tabela 18 – Análise vegetal e ativação perceptiva	127
Tabela 19 – Medição/leituras luxímetro.....	128
Tabela 20 – Análise lumínica	131
Tabela 21 – Medição/leituras higrômetro	132
Tabela 22 – Medição/leituras anemômetro	134
Tabela 23 – Análise do ar	137
Tabela 24 – Medição/leituras decibelímetro	138
Tabela 25 – Análise acústica.....	140
Tabela 26 – Análise ergonômica	143
Tabela 27 – Análise visual.....	148

LISTA DE SIGLAS

°C	Graus Celsius
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFA	Academy of Neuroscience for Architecture
BIM	Building Information Modeling
cm	Centímetros
dB(A)	Decibéis
EBD	Evidence-Based design
EPS	<i>Expanded Polystyrene</i>
Hz	Hertz
IA	Inteligência Artificial
IRC	Índice de Reprodução de Cores
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
k	Kelvin
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
lm	Luminância
Lux	Fluxo Luminoso
Lx	Unidade de medida do Fluxo Luminoso
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
nm	Nanômetro
OMS	Organização Mundial da Saúde
PVC	Policloreto de vanila
RB	Rede Bayesiana
RH	<i>Relative Humidity</i>
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
UV	Ultravioleta
w	Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	20
1.1.1 Objetivo geral	20
1.1.2 Objetivos específicos.....	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Percepção humana, cognição e comportamento	22
2.1.1 Equilíbrio emocional e psicológico	24
2.1.2 Bem-estar, motivação e comportamento.....	26
2.1.3 Neurônios espelho	28
2.1.4 Neuroplasticidade.....	30
2.2 Qualidade do espaço e comportamento	32
2.2.1 Os Sentidos na qualidade espacial	33
2.2.2 Experiências multissensoriais na arquitetura	38
2.3 Arquitetura de ambientes administrativos.....	42
2.4 Neuroarquitetura e ambiente construído	57
2.4.1 O uso das cores no ambiente.....	58
2.4.2 Linguagem e formas nos ambientes	63
2.4.3 Sistemas de iluminação.....	66
2.4.4 Conforto térmico e acústico.....	71
2.4.5 Ambiente, natureza e biofilia	76
2.4.6 Ergonomia e espaços de trabalho.....	84
3 METODOLOGIA	87
3.1 Etapas de organização do método	88
3.1.1 Etapa diagrama relacional das variáveis evidence-based design - EBD.....	90
3.2 Rede bayesiana (RB).....	94
3.2.1 Etapa rede bayesiana.....	95
3.3 Estudo de caso.....	105
3.3.1 Etapas do estudo de caso	109
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	112
4.1 Descrição do objeto de análise - Contexto	112

4.2 Análise de indicadores sobre a percepção humana através da neuroarquitetura.....	122
4.2.1 Análise vegetal e ativação perceptiva	124
4.2.2 Análise lumínica	128
4.2.3 Análise do ar	131
4.2.4 Análise acústica	137
4.2.5 Análise ergonômica, acessibilidade e fluxos	140
4.2.6 Análise visual	144
5 ANÁLISE DE INDICADORES – RECOMENDAÇÕES PROJETIVAS PARA AMBIENTES CORPORATIVOS	150
5.1 Diagnóstico	150
5.2 Recomendações projetivas - diretrizes gerais	155
5.3 Proposta aplicada - anteprojeto	159
6 CONCLUSÃO	171
6.1 Contribuições e trabalhos futuros	173
REFERÊNCIAS.....	176
APÊNDICE A – DETALHAMENTO REDE BAYESIANA.....	182
APÊNDICE B – RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO DO ESTUDO DE CASO	206

1 INTRODUÇÃO

Conforme Crízel (2021, p.62), durante o processo de criação dos espaços na arquitetura, é perceptível a pouca preocupação relacionadas aos aspectos psicológicos e comportamentais do usuário, concentrando-se basicamente nas questões funcionais, visando maior eficiência e produtividade. As soluções arquitetônicas dos ambientes aplicadas nas edificações e no modo de habitar, mantêm um embasamento histórico e cultural muitas vezes utilizando-se de predefinições sem margens para questionamentos.

De acordo com Moser (2003, p. 5), “o ambiente tem um efeito direto nas ações do indivíduo, porém o ambiente propicia, antes de tudo, o sentido e a identidade, situando o indivíduo social, econômica e culturalmente”. Para Tuan (1980), o afeto¹ une os usuários aos lugares, marcando a memória e a identidade do lugar, a qual pode ser reconhecida pelo coletivo ou individualmente por cada usuário. Logo, a ideia de espaço transforma-se em lugar², quando adquire algum laço afetivo para alguém em alguma época.

Crízel (2021) comenta que o ambiente direcionado unicamente à produtividade e maior eficiência, pode ocasionar assincronismo no "ciclo circadiano"³ dos usuários. De acordo com a pesquisa realizada por Silva, Cabral, Gomes, Teófilo e Oliveira, em 2019, pela Faculdade de Medicina de Olinda, este fator eleva a probabilidade de desenvolver estresse, diabetes, deficiências cognitivas, oscilações no sono, vigília, e falta de apetite. Com redução do sono acontece a diminuição do processamento cerebral, perda na consolidação da memória, dificuldade de foco e atenção.

Segundo a revista *Espacios* (Hammes; Santos; Melim, 2016, p. 17), as principais consequências de rotatividade de funcionários nas empresas estão representadas na Figura 1.

¹ Afeto – De acordo com Crízel (2021, p.23) é o vínculo da relação que envolve o ser humano, estado temporário de atração ou encantamento.

² No contexto desta dissertação a palavra lugar refere-se ao espaço físico cujo qual possui valência positiva e significado para o ser humano, diferentemente de um ambiente físico onde não se apropria tais propriedades e, portanto, não gerará tais estímulos e cognições aos usuários.

³ Relógio biológico ou ciclo circadiano designa o lapso temporal de um dia terrestre, no qual o ciclo biológico humano é modulado pela oscilação da radiação solar. (CRÍZEL, 2021, p. 409)

Figura 1 – Principais consequências da Rotatividade de funcionários



Fonte: (HAMMES; SANTOS; MELIM, 2016, p. 17).

Observa-se que o ambiente construído com foco em maior produtividade, através de aspectos ligados a funcionalidade do espaço, está entre os principais fatores de desmotivação do funcionário, falta de compromisso, queda de produtividade, aumento de custos de materiais e falhas no processo. Segundo dados do relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2017, revela-se que 5,8% dos brasileiros sofrem de depressão e 9,3% da população do Brasil possui transtornos de ansiedade, sendo este o maior índice da América Latina. Entre as principais causas para este número está o intenso ritmo diário de trabalho, junto com a pressão, cobrança por resultados e condições de trabalho.

De acordo com os autores Browning e Cooper (2015, p.12), o ambiente físico é um fator de valência para os usuários e cerca de 33% dos trabalhadores consideram o design do local de trabalho decisivo para a escolha do emprego.

Logo, a pesquisa **justifica-se ao observar que a qualidade do ambiente construído pode ser revista e ampliada, melhorando o nível de produtividade, a eficiência das atividades exercidas, e principalmente provendo maior qualidade de vida nos espaços de trabalho nas questões psicológicas e comportamentais.**

Conforme Silva e Goulard (2015), a base comportamental do usuário no uso do ambiente construído acontece de forma inconsciente, através de reações predefinidas como alteração do estado de ânimo, contágio emocional ou a repetição

de uma determinada ação coletiva, ativados através dos neurônios espelho⁴ responsáveis pela imitação mimética⁵.

Com base nisso, pode-se dizer que, ao possuir o conhecimento do estado comportamental do usuário no ambiente, isto é, utilizar da faculdade do conhecimento psicológico na construção dos espaços, é possível maior qualidade ambiental e humanização dos espaços por meio de novas formas de uso e atividades. Conforme Crízel (2021, p.96), para entender os elementos ligados às intenções de conduta dos espaços, capazes de transformar os ambientes projetados em atividades mais humanizadas com um ciclo circadiano regulado, é necessário conhecimento através do entendimento sobre estágios de cognição, de comportamento e do despertar de sensações nos usuários nos espaços. Para Wilson (1994), a estrutura base do comportamento humano vem herdada e transmitida entre os seres humanos através do cérebro:

(...) o comportamento social humano é transmitido pela cultura, mas a cultura é um produto do cérebro. Órgão altamente estruturado, o cérebro, por sua vez, é um produto da evolução genética. Possui uma infinidade de tendências programadas por recepção sensorial e a propensão de aprender certas coisas e não outras. Tais tendências orientam a cultura num grau ainda ignorado. (WILSON, 1994, p. 345).

Neste sentido, os ambientes mais humanizados para a execução de determinadas tarefas influenciam positivamente em questões psicológicas e comportamentais do usuário, regulando seu ciclo circadiano, estimulando a mente, controlando sua ação, focando sua atenção de forma mais ágil e assertiva.

O estudo sobre os impactos dos ambientes físicos no comportamento e bem-estar do ser humano é aprofundado pela neuroarquitetura, ou seja, neurociência aplicada à arquitetura, que possui como objetivo compreender o funcionamento do cérebro humano e como é ou pode ser influenciado através de uma gama diversificada de estímulos cognitivos e gatilhos comportamentais nos ambientes projetados e construídos.

Procurando uma solução para as condições repetitivas e imitações miméticas que levam à reprodução de padrões de comportamento humano, a pesquisa por

⁴ Neurônios espelho – “Detectar tanto os movimentos que a outra pessoa está prestes a fazer quanto seus sentimentos, e instantaneamente nos prepara para imitar os movimentos e sentir junto.” GOLEMAN (2006, p. 17).

⁵ Imitação mimética – De acordo com Goleman (2006) é a ação em que os usuários executam atividades acessando o seu banco de memória sem necessariamente utilizando a faculdade de pensar.

meio da neuroarquitetura, com base em conceitos como plasticidade neural ou neuroplasticidade, pretende estudar como a estrutura comportamental é influenciada pela introdução de novos padrões de experiência. Para Dennis (2000), “a neuroplasticidade pode ser concebida e avaliada a partir de uma perspectiva estrutural”, baseada na configuração sináptica que gera a modificação da estrutura dos circuitos neurais, isto é, através dos estímulos gerados pelo ambiente tornando a atividade cerebral mais eficiente ou funcional através dos estímulos gerados pelo ambiente, capazes de direcionar e ou modificar o comportamento.

De acordo com Davidson (2013), neuroplasticidade é a capacidade de alterar de maneira significativa a organização e dinâmica das atividades cerebrais. Por ser um processo de adaptação e variação neural que acontece durante toda a vida, há certas modificações que são mais prevalentes em idades específicas, como aquisição de novos conhecimentos em crianças e adaptação às necessidades individuais e exposição a novas experiências multissensoriais na fase adulta. Experiências estas capazes de direcionar o comportamento e estimular as ações dos usuários. Logo, a neuroplasticidade mostra-se como um importante instrumento opositor às condições de repetição inconsciente de comportamento nos espaços de trabalho.

De acordo com Chopra e Tanzi (2013), tarefas que estimulem a neuroplasticidade com novas experiências e aprendizados, organizam a dinâmica do sistema nervoso, fixando na memória do usuário e o estimulando conscientemente. Para os autores, quanto mais tranquilo e relaxado este estiver, mais ágil e preciso serão suas tomadas de decisões.

Como recorte e estudo de caso, este trabalho buscou analisar os espaços corporativos ligados ao setor de administração. A seleção desta atividade ocorreu em virtude da circunstância de ser um setor recorrente do mundo corporativo, possuindo características próprias de utilização e funcionalidade, com atividades e plano de necessidades semelhantes. Independente de sua localização geográfica, é uma atividade base encontrada em todas as empresas, indiferente do porte e temática de uso.

Fialho (2007) relata que a estrutura independente do setor administrativo passou a ser uma solução de um problema universal, pois é nele que se concentra os principais tomadores de decisões, o que exige concentração e comunicação eficaz. A perspectiva desta pesquisa será a do funcionário.

Como protagonista deste ambiente, ele é o responsável pela utilização prolongada do ambiente e com isto sofrerá maior interferência das características do local. Esses espaços de trabalho enquadram-se em ambientes desenvolvidos para uma determinada atividade que envolve agilidade de produção, controle de qualidade, atenção, foco, concentração, trabalho em equipe e comunicação.

A relação entre o comportamento, conduta, aparência e funcionalidade no ambiente corporativo tornam-se, portanto, fator de preocupação na forma de uso destes espaços, sendo analisadas constantemente pelos usuários. Com especificidades próprias para a plena realização das atividades administrativas – equipamentos, *layout*, dimensões, fluxos etc. Este ambiente de longa permanência determinará a qualidade das tarefas e do trabalho realizado, mas, principalmente impactará a satisfação daqueles que o utilizam.

Portanto, a **questão que se coloca é: Como a neuroarquitetura pode colaborar na qualidade dos espaços dos ambientes corporativos administrativos? E quais são os fatores de impacto ligados ao comportamento e a forma de uso do ambiente?**

A arquitetura visa através do âmbito sensorial realizar estímulos comportamentais ao ser percebida pelos usuários. Suas noésis e noemas⁶ demonstram uma perspectiva que abarca o lugar enquanto fenômeno, demonstrando a importância das experiências vividas como recurso para a compreensão do ambiente e para definições dos comportamentos dos usuários.

A arquitetura apresenta-se como uma necessidade humana, cabe aos designers, arquitetos e urbanistas manterem-se abertos e atentos às transformações atuais da sociedade, acompanhando de forma sensível e consciente as mudanças espaciais através das novas demandas e necessidades, por meio de preocupações a nível cognitivo-comportamental. Autores como Crízel (2021), Pallasma (2009), e Moser (2003) relatam preocupações de como o desenvolvimento intelectual e emocional do usuário deve fazer parte das diretrizes do projeto arquitetônico, os qualificando. Desta forma, a espacialidade, o uso das cores, distribuição, fluxos e *layout*, equipamentos utilizados, formas de iluminação, vegetação, acústica dos ambientes, etc; podem impactar de forma direta o comportamento, o raciocínio e a

⁶ Noesis e noemas – O noema é um símbolo e suas formas possuem noesis, ou seja, um significado para aqueles que possuem compreensão de sua forma. O alfabeto é um noema, aqueles que sabem ler compreendem as noesis de seu significado.

capacidade de compreensão e percepção, afetando a produtividade e o bem-estar do usuário.

Embora a incorporação de elementos arquitetônicos em um ambiente possa variar de acordo com diversos fatores, como localização geográfica, cultura, estilo, número de funcionários, tamanho físico, tipo de trabalho, atividades desenvolvidas e objetivos específicos da empresa, é importante ressaltar que esta pesquisa se concentrou na análise de um ambiente padrão em uma microempresa do segmento industrial. Essa abordagem permite identificar os impactos biológicos e cognitivos considerados universais, mesmo diante de diferentes culturas, épocas e lugares.

No entanto, é crucial destacar que esta pesquisa não pretendeu explorar a individualidade do ser humano de forma aprofundada. Seu objetivo principal foi concentrar-se no conhecimento e na identificação de impactos relacionados e abrangentes nas capacidades biológicas e cognitivas dos indivíduos. Reconhece-se que cada pessoa possui suas próprias percepções, dificuldades, variações de humor, identidades culturais, gêneros e personas, mas o escopo desta pesquisa visou analisar os aspectos que podem ser comuns a um ambiente empresarial padrão.

A delimitação do espaço físico para esta pesquisa foi baseada em dados fornecidos pelo Sebrae em 2013. Esses dados revelam que o setor de micro e pequenas empresas⁷ é o mais estável em termos de atividade econômica, representando 99% dos estabelecimentos e desempenhando um papel crucial na economia do Brasil (SEBRAE, 2013). Além disso, as microempresas têm sido um incentivo importante para a geração de empregos, com um crescimento médio de 5,4% ao ano. Portanto, ao concentrar os esforços de pesquisa nesse contexto, acredita-se que as diretrizes desenvolvidas terão uma maior probabilidade de aplicação e eficácia em um número significativo de empresas brasileiras.

O ponto de partida para referenciar essa pesquisa, e a prática projetual para os ambientes corporativos administrativos, está embasada no contexto histórico destes ambientes e no estado da arte da neurociência aplicada à arquitetura.

⁷No Brasil, conforme o faturamento anual e o número de colaboradores, as empresas classificam-se em micro, pequena, média ou grande porte. Microempresas auferem até R\$ 360 mil anualmente e empregam até 9 funcionários no comércio e serviços, ou até 19 na indústria. Pequenas empresas, por sua vez, têm faturamento anual de até R\$ 4,8 milhões e contam com 10 a 49 funcionários no comércio e serviços, ou 20 a 99 na indústria. (SEBRAE, 2013).

O estado da arte da pesquisa envolve estudos sobre a psicologia do ser humano e os gatilhos de comportamento, e faz fronteira com os avanços da neurociência, passando por temas como a influente psicanálise desenvolvida por Sigmund Freud no final do século XVIII, nas obras “A interpretação dos sonhos” de 1899 e “Sobre a psicopatologia da vida cotidiana” de 1901, revelando que comportamentos e pensamentos podem estar ocultos da consciência, passando pela psicologia analítica desenvolvida pelo psiquiatra Carl Gustav Jung, na icônica obra “O homem e seus símbolos” de 1964, trazendo o simbolismo como foco de suas explorações. No início do século XX surge na Alemanha a Psicologia da Gestalt que, segundo Crízel (2021, p.401), sugere que o todo é maior que a soma de suas partes. Paralelamente à formulação do Behaviorismo, destacada no livro lançado em 1925 por John B. Watson, a abordagem foi amplamente difundida por B. F. Skinner na obra “Ciência e Comportamento Humano,” publicada em 1953. Skinner enfatizou a importância de quantificar o comportamento e delineou métodos para medi-lo.

Ao final do século XX através da fusão da psicologia evolutiva, linguística, ciência da computação, filosofia, behaviorismo e neurobiologia, surge a ciência cognitiva ampliando o entendimento sobre a mente humana gerando expansões para outros domínios de pesquisa. A partir da década de noventa, já no campo da neurociência, com o avanço da tecnologia e o mapeamento das atividades cerebrais, consolidou-se um maior domínio e compreensão sobre o funcionamento do cérebro humano (BICKLE, 2006). A descoberta dos neurônios espelho³ por Giacomo Rizzolatti em Parma, “ajudou os pesquisadores a desenvolver um corpo crescente de trabalho teórico que vincula o cérebro (órgão físico) à mente “consciência humana que pensa, sente, age e percebe” (Rock e Schwartz, 2007 p. 10). De acordo com Beugré (2009), os avanços ligados ao estudo do cérebro possibilitaram avaliar e perceber os fatores que influenciam no comportamento humano e os níveis cognitivos e emocionais.

De grande influência para o século XXI, Edward Osborne Wilson (1994) evoluiu nas pesquisas quanto ao comportamento humano, ligados à razão e à emoção. Assim como Daniel Goleman (2006) na Inteligência emocional e social.

Somente após a criação da ANFA (Academy of Neuroscience for Architecture) em 2013 que começou a ser difundido o termo Neuroarquitetura. A ANFA é uma referência na área e atrai pesquisadores do mundo todo, apoiando o

desenvolvimento à pesquisa, publicações e métodos científicos sobre ambiente e comportamento.

A neuroarquitetura comprova o impacto do ambiente no cérebro humano através de experimentos e medições, a estrutura cerebral é modificada pelos ambientes que nos envolve através da neuroplasticidade. De acordo com Bencke (2018), muitos neurocientistas desenvolvem ambientes em realidade virtual, para analisar e quantificar os estímulos sensoriais provocados por estes ambientes nos seres humanos. De acordo com Crízel (2021), recentes contribuições da neurociência para a arquitetura trazem dados sobre o funcionamento das cognições, comportamentos e sensações dos seres humanos, gerando assim, compreensões das aplicações e técnicas para através do ambiente estimular cognitivamente o usuário.

No Brasil, a neurociência em constante expansão, teve o primeiro livro sobre neuroarquitetura publicado recentemente no ano de 2021 pelo autor Lorí Crízel e foi base fundamental para esta pesquisa. Segundo Fialho (2007), os edifícios corporativos de plantas-tipo são amplamente construídos em todo o mundo, no entanto, é notável que muitas vezes as composições conceituais e criativas na fachada externa não são acompanhadas do mesmo cuidado com as necessidades básicas dos usuários.

Até o presente momento a literatura ainda está fragmentada no que diz respeito ao impacto comportamental humano em relação aos ambientes construídos. Conhece-se os elementos e os impactos destes no ser humano mas não há consenso sobre a melhor maneira de implantá-los, bem como não há uma atribuição de encargos sobre os impactos de cada unidade. Não havendo atualmente congruência entre o conceito aplicado no âmbito de desenvolvimento de projetos arquitetônicos e a relação do impacto destes nos seres humanos (FOSS; SAEBI, 2017b).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

A pesquisa teve como **objetivo principal verificar como os elementos relacionados a neuroarquitetura podem influenciar a qualidade de trabalho dos espaços corporativos administrativos.**

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Analisar as variáveis comportamentais dos espaços corporativos ligados aos escritórios administrativos através da neuroarquitetura.
- b) Formular recomendações para o desenvolvimento do projeto arquitetônico corporativo administrativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A estrutura desta fundamentação teórica está dividida em 4 capítulos. No primeiro capítulo, percepção humana e comportamento, procura-se destacar elementos da percepção humana bem como os gatilhos de seus comportamentos, que podem influenciar a atmosfera do ambiente de trabalho. Explora a importância do equilíbrio emocional, psicológico e o controle do estresse. Apresenta a influência dos neurônios espelho e da neuroplasticidade na arquitetura, aprofundando o entendimento do equilíbrio entre bem-estar, motivação e produtividade, colaborando para o entendimento da relação entre fatores psicológicos e variáveis de comportamento.

No segundo capítulo, qualidade do espaço e comportamento, explora-se o funcionamento dos cinco sentidos, vinculados às percepções multissensoriais e como estas podem qualificar os espaços de trabalho, visando aprofundar o conhecimento sobre a influência do local de trabalho e as variáveis de comportamento.

No terceiro capítulo, arquitetura de ambientes administrativos, abordam-se os modelos, configurações e formas de trabalho destes ambientes, abrangendo seu histórico, evoluções e formas. A fim de alcançar o entendimento da demanda atual destes espaços e configurações assertivas do programa de necessidades.

Por fim, no quarto capítulo, neuroarquitetura e ambiente construído, são examinados os aspectos relacionados à influência dos elementos arquitetônicos que compõem um ambiente de trabalho, com destaque para os impactos na percepção humana e influenciadores de seus comportamentos. Dentre os assuntos dos subcapítulos estão os sistemas de iluminação, uso das cores, formas e elementos, biofilia, ergonomia, conforto térmico e acústico. O objetivo deste capítulo é trazer componentes que servirão de base para o entendimento dos elementos da neuroarquitetura e seus dados para aplicação em projetos arquitetônicos relacionados aos ambientes de trabalho.

2.1 Percepção humana, cognição e comportamento

Neste capítulo, são apresentados fatores da percepção humana, bem como gatilhos comportamentais que podem influenciar significativamente na qualidade do ambiente corporativo e as variáveis relacionadas aos comportamentos humanos.

Crízel (2021) explica que a percepção é o processo pelo qual o corpo capta estímulos sensoriais, submetidos a filtragem sensorial, fisiológica e cultural. A Cognição, por sua vez, é o processo de atribuição de significado a esses estímulos, que se baseia nas experiências e crenças individuais e sociais. Finalmente, o Comportamento é a resposta emocional do cérebro que se reflete em alterações na expressão facial, no movimento corporal, no ritmo cardíaco, na liberação de hormônios e em outras reações fisiológicas.

Na Figura 2 está apresentado o processo da influência do ambiente na percepção, cognição e comportamento do indivíduo.

Figura 2 – Processo da influência do ambiente



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O estresse como resposta emocional e comportamental tem sido uma preocupação constante em relação aos efeitos que podem ser causados no ser humano pelo ambiente em que ele vive, mora e trabalha. Vários fatores podem

contribuir para o aumento do estresse, como ruídos excessivos, iluminação inadequada, desconforto térmico, falta de privacidade, desconforto visual, dentre outros. A arquitetura e o design de interiores têm um papel importante na criação de ambientes que promovam o bem-estar e reduzam o estresse. É necessário levar em consideração o impacto de cada elemento do espaço na saúde e no conforto dos usuários. Assim, é possível criar um ambiente mais agradável e propício a produtividade e ao bem-estar.

Segundo Alvariño de La Fuente (2013, p.13) “o conceito de saúde, em seu sentido mais amplo, é entendido não apenas como a ausência de doença, mas como um estado de bem-estar físico, mental, social e emocional.”

As reações fisiológicas do nosso organismo a um estímulo são consideradas um comportamento. Em momentos de estresse, há a percepção de ameaça que desencadeia um estado cognitivo de alerta, acionando o comportamento de "combate ou fuga". Esse processo desencadeia uma sofisticada combinação de hormônios e substâncias químicas, tais como adrenalina, cortisol e norepinefrina, que preparam o corpo para ação física. De acordo com Selye (1974), existem dois tipos de estresse, o *eustress* é um tipo de estresse que é considerado fundamental para a sobrevivência e adaptação humana às situações que experimentamos, tanto as de curta duração quanto as de caráter agudo. Este tipo de estresse tende a aumentar a energia e a concentração, auxiliando na melhora da performance. Por outro lado, o *distress* é um tipo de estresse que se prolonga por períodos mais longos e é conhecido como estresse crônico. Este tipo de estresse pode causar efeitos negativos ao organismo, incluindo fadiga, exaustão, comprometimento emocional e a síndrome de burnout.

Por conseguinte, é importante que o ambiente de trabalho incentive e apoie o aumento controlado do *eustress*, a fim de evitar que ele evolua para o *distress*. De acordo com Guéguen (2019), intervenções guiadas pela arquitetura podem influenciar e restringir certos comportamentos dos usuários, graças ao efeito *priming*. Este efeito está relacionado ao estímulo inicial proporcionado pelo ambiente, o qual pode afetar a percepção, julgamento e a decisão do usuário, sem que ele tenha consciência dessa influência.

Além disso, o autor menciona que o efeito da informação subliminar, ou seja, o estímulo que age de forma sutil e subconsciente, pode ativar as necessidades psicológicas dos usuários. Por exemplo, Guéguen (2019) apresenta o exemplo de

mulheres obesas que perderam mais peso quando foram expostas à mensagem "mamãe e eu somos uma", ou ao aumento da vontade de beber refrigerante quando expostos, mesmo que por milésimos de segundos, a imagem de uma garrafa. Observa-se que a percepção do ser humano pode ser consciente ou inconsciente, seu gatilho pode ser ativado quando expostos à elementos físicos que possuem ou geram algum significado cognitivo social ou individual, como a indução ao consumo ou vislumbrar uma necessidade, como a sede ou o almejo de proteção, culminando em comportamentos de mudança de hábito ou de ação.

Por fim, o autor fala sobre o chamado efeito *nudge*, o qual se refere às ações simples, proporcionadas pelo ambiente, que facilitam certas decisões. Por exemplo, posicionar os alimentos saudáveis no começo de uma fila de refeitório, estes serão percebidos pelos usuários que terão a sua cognição favorecida pela relação da fome e pelo prato ainda vazio, desta maneira podendo incentivar ao comportamento de consumo de verduras e legumes.

Crizel (2021, p.215), vincula os efeitos *priming* e *nudging* como complementos e ressalta o *nudging* como uma vertente de escolha que, em determinado contexto, objetivará em um “empurrãozinho” para determinada escolha ou comportamento.

Sendo assim, entende-se que é possível prever ou direcionar o comportamento dos usuários pelo modo que são apresentados os elementos no ambiente. Ao utilizar frases motivacionais, ou facilitar algumas ações organizacionais, tendencialmente se influenciará na percepção, gerará cognições e afetará o comportamento e/ou tomada de decisão dos usuários.

2.1.1 Equilíbrio emocional e psicológico

O equilíbrio emocional e psicológico ou resiliência humana é a faculdade de enfrentar e superar desafios, encontrar novas formas de lidar com as situações adversas, sendo um fator importante para o controle do estresse.

O comportamento humano está diretamente relacionado ao equilíbrio emocional e psicológico. Quando uma pessoa está emocionalmente e psicologicamente equilibrada, é mais provável que ela tenha comportamentos positivos e saudáveis. Por exemplo, uma pessoa que está emocionalmente equilibrada é menos propensa a ter explosões emocionais, agressividade ou impulsividade, e mais propensa a ter comportamentos mais racionais, compassivos

e empáticos. Da mesma forma, uma pessoa que está psicologicamente equilibrada é menos suscetível a ter pensamentos negativos, crises de ansiedade, depressão e padrões de comportamento destrutivos e ou impulsivos, como a procrastinação, dependência emocional e como o uso de drogas e álcool.

A arquitetura pode ter um papel fundamental na promoção da resiliência dos usuários, fornecendo um ambiente físico que pode ajudar a melhorar a saúde mental e emocional do ser humano através da vegetação, luz natural, cores, materiais e *layout*. Indivíduos mais resilientes tendem a lidar com situações estressantes de maneira mais eficaz, mantendo a calma e encontrando soluções para os problemas.

Diversos pesquisadores como Collishawa *et al.*, 2007; Egeland, Carlson, & Sroufe, 1993; Luthar, 2003; Masten, 2001; Rutter, 2009, apontam a resiliência ou resistência da saúde psicológica do ser humano como uma variante que pode ser fortalecida ou enfraquecida de acordo com as circunstâncias vivenciadas. Ungar (2004b), comenta que poucos pesquisadores apresentam soluções para o aumento da resiliência.

De acordo com Paz (2021) estudos comprovam que usuários com quadro psicológico alterado, como depressão por exemplo, ocasionam estímulo negativo em outros usuários de seu convívio, onde “40% das pessoas que se relacionaram com alguém depressivo requisitaram atendimento psiquiátrico”. Percebe-se que a interação social e atividade física são motivadores para os seres humanos, desta forma, o círculo social, ambiente e contexto social nos quais um indivíduo se encontra inserido podem exercer papel preponderante na manutenção da estabilidade psicológica. Essa influência não se limita apenas a facilitar o surgimento de quadros depressivos, mas também é vital no processo de recuperação do indivíduo.

Partindo deste ponto de vista, uma justificativa para as principais consequências da Rotatividade de funcionários, conforme a revista Espacios (2016), pode estar relacionada em ter poucas soluções aplicadas pela empresa para o aumento da resiliência de seus colaboradores no local de trabalho, com a baixa resiliência eles ficam mais propensos à queda de produtividade, perda de qualidade, desmotivação, aumento da desatenção. O que leva muitas vezes ao incentivo de bons funcionários buscarem outro emprego em busca de qualidade de vida.

“os pilares da resiliência comunitária são: a solidariedade (a adesão a uma causa com um fim comum a todos); a autoestima coletiva (atitude e sentimento de orgulho do onde se vive); a identidade cultural (conjunto interativo de relações sociais) e o humor social (capacidade desenvolvida por alguns grupos ou coletividades de manter o humor diante de situações adversas); e a honestidade estatal (gestão honesta e transparente do que é público)”. (OJEDA *ET AL.*, 2007, p. 97)

Do ponto de vista conceitual, segundo Ojeda *et al.* (2007), estão dentre os correlatos de alta satisfação com a vida e felicidade: a frequência do sorriso, sociabilidade e extroversão, qualidade do sono e participação ativa em grupos. Ojeda (2005) salienta que em grupos que vivenciam estas bases apresentam mais atributos de retomada após experiências indesejadas.

Com base nos pilares da resiliência, expostos por Ojeda *et al.* (2007), entendemos que ao incorporarmos uma identidade cultural no ambiente, locais que incentivam as interações sociais e incorporarmos elementos que aumentam a autoestima, aumentaremos também o sentimento de pertencimento dos colaboradores que utilizam este espaço, ampliando desta forma o equilíbrio emocional e psicológico destes usuários ao frequentarem o lugar.

2.1.2 Bem-estar, motivação e comportamento

O Bem-estar físico e psicológico é fundamental para manter a motivação e o comportamento adequado diante dos desafios, enquanto a resiliência humana permite lidar com situações adversas e superar obstáculos, mantendo um estado de bem-estar constante. Dessa forma, a motivação é um fator essencial para manter um comportamento positivo diante das adversidades, contribuindo para uma maior resiliência e bem-estar geral.

Segundo a OMS (2017) somos seres físicos (bio), psíquicos e sociais, onde o conceito de qualidade de vida é estável, ou seja, é a soma do que se vive de forma contínua, por exemplo, podemos ter um dia ruim em meio a diversos outros dias e isto não influenciará na qualidade de vida como um todo. A satisfação é um aspecto da qualidade de vida, onde o bem-estar é um momento relacionado a cada uma das inúmeras vivências distribuídas em um dia, podemos vivenciar o bem-estar em um ambiente e não vivenciá-lo em outro. E a saúde é o equilíbrio para cada existência que vinculamos à nossa vida, podendo ser: física, financeira, familiar, mental, social...

Os ambientes sempre foram tidos como um dos estímulos mais importantes que existem para modelar o funcionamento do sistema nervoso, porque o tempo todo as pessoas se espelham neles para adequar o seu comportamento. Logo, o ambiente é o elemento número um para a modelagem do comportamento. (CRÍZEL, 2021, p.60)

Seguindo o pensamento de Crízel, seja esse ambiente físico, social ou estrutural, o sistema nervoso vai se balizar no ambiente para adaptar sua conduta. Como arquitetos, possuímos o domínio dos ambientes que criamos, somos potenciais criadores de lugares, com isto, estaremos atuando diretamente sobre os impactos no ser humano relacionados ao seu bem-estar, ou seja, em como o usuário perceberá e se influenciará com o espaço planejado.

Em entrevista com Tieppo, Crízel (2021, p. 53) evidencia a parte do cérebro chamada “via de recompensa” no núcleo accumbens, responsável por identificar as oportunidades de prazer. O estímulo identificado como prazeroso seja elétrico, químico ou ambiental de qualquer ordem, ocasiona um comportamento no usuário e o faz buscar novamente o mesmo estímulo que o ativou.

Trazem um verdadeiro universo de possibilidades que devem vir a ser mais bem analisadas com o intuito de percebermos como esses processos podem vir a embasar, de forma assertiva, determinadas possibilidades de propostas rumo à intenção de gerar experiências qualificadas a um determinado público. (CRÍZEL, 2021, p. 53)

A aplicação de oportunidades prazerosas ou recompensas nos projetos arquitetônicos pode ter um efeito positivo na resiliência dos usuários. Isso ocorre porque essa abordagem pode estimular a liberação de dopamina, um neurotransmissor que pode regular o humor e o estresse, além de melhorar a capacidade de controle motor e estimular a memória e o raciocínio. Além disso, a aplicação dessa abordagem pode aumentar a concentração e outras funções mentais, e regular o apetite e o sono. Segundo Huertas (2006), a aplicação de oportunidades prazerosas ou recompensas pode motivar o usuário a executar uma ação com interesse e persistência. Portanto, a aplicação dessas oportunidades prazerosas na arquitetura pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a resiliência e o bem-estar dos usuários.

De acordo com Ferreira (2014), a motivação é um comportamento que gera uma ou mais ações, podendo ser classificada como motivação intrínseca, que é escolhida livremente pelo usuário por proporcionar prazer, bem-estar e sensação de

recompensa; ou como motivação extrínseca, motivação pelo desafio, por exemplo um prêmio ao atingir metas.

Então, pode-se considerar que os estímulos oferecidos pelo ambiente construído impactam diretamente no sistema nervoso humano, podendo ser influenciador e motivador ao incorporar vivências prazerosas nas atividades proporcionadas, como pode direcionar seu comportamento e impactar o bem-estar dos usuários. Quando este ambiente é um local utilizado por longos períodos, proporcionará um impacto maior aos usuários, a sua percepção de bem-estar pode influenciar na sua qualidade de vida e impactar positiva ou negativamente sua saúde.

2.1.3 Neurônios espelho

O ambiente construído pode afetar diretamente a ativação dos neurônios espelho, influenciando a imitação e aprendizado de comportamentos. Por exemplo, se um ambiente é projetado de forma a facilitar a interação social, os usuários podem ser mais propensos a interagir e aprender com as ações dos outros, o que pode levar a um aumento na motivação e bem-estar. Por outro lado, um ambiente que é projetado para isolamento ou privacidade pode ter o efeito oposto, inibindo a interação social e a ativação dos neurônios espelho.

O processo de comunicação entre seres humanos funciona como um espelho, onde o objetivo é fazer com que a imagem que está sendo idealizada pelo comunicador seja igualmente percebida pelo receptor. De acordo com os neurocientistas Stephens, Silbert e Hasson (2010), quando a comunicação ocorre de maneira eficiente, os cérebros do emissor e do receptor apresentam os mesmos padrões de ativação.

Conforme destacado por Corradini, Antonietti *apud* Crízel (2021, p. 193), Gallese foi o pioneiro na descoberta dos chamados neurônios-espelho, o que propiciou a investigação da ligação entre este agrupamento de neurônios e o comportamento de imitação. Cada vez mais se tem dados de que essa relação está associada a fenômenos emocionais de maior complexidade, tais como a empatia.

Como previamente já exposto, Silva e Goulard (2015) apontam que a base comportamental do indivíduo no seu relacionamento com o ambiente construído é determinada de maneira inconsciente, através de reações pré-estabelecidas, tais

como mudanças no estado de ânimo, contágio emocional ou a repetição de ações coletivas. Essas reações são ativadas por meio dos neurônios espelho e da imitação mimética que, em geral, serão a consequência das condutas, ações e comportamento dos usuários no ambiente que atuam, sendo repetidos por outros usuários pelo exemplo apresentado.

Uma publicação na prestigiosa revista da Academia de Ciências da Grã-Bretanha, em 2006, revelou que a percepção de observação tem um efeito substancial sobre o comportamento humano. De acordo com a bióloga do comportamento, da Universidade de Newcastle, Doutora Melissa Bateson, as estatísticas evidenciam que “a presença de olhos exerce uma influência significativa sobre as ações dos indivíduos.” No sentido de uma conduta mais apropriada ou honrosa por parte do usuário ao sentir-se observado.

Numerosos estudos, inclusive dentre os citados neste subcapítulo, têm destacado a importância da ocitocina como um "neuropeptídeo social". Este hormônio está ligado à sensação de prazer, bem-estar físico e emocional, segurança e lealdade, sendo fundamental para a formação de memórias sociais e comportamentos afetivos. A liberação de ocitocina pode aumentar a confiança entre as partes envolvidas, fortalecendo laços de amizade, intensificando laços emocionais e melhorando o humor. Paralelamente, a produção de cortisol, um hormônio associado ao estresse e ansiedade, diminui. A produção de ocitocina é estimulada por meio de contato físico, momentos de descontração e diversão.

Embora os neurônios espelho sejam fundamentais para a aprendizagem e a imitação, o seu funcionamento pode ter um lado negativo quando ocorre uma superestimulação. Isso pode levar a um comportamento imitativo excessivo, sem a devida reflexão e análise crítica, e a uma maior suscetibilidade à manipulação por parte de outros usuários ou grupos. Além disso, a superestimulação dos neurônios espelho também pode levar a um aumento do estresse e da ansiedade, especialmente em ambientes onde há muitos estímulos desordenados e simultâneos. Portanto, é importante encontrar um equilíbrio saudável entre a ativação dos neurônios espelho e a capacidade de se manter crítico e reflexivo diante das informações recebidas pelo ambiente construído.

2.1.4 Neuroplasticidade

A neuroplasticidade, que é o processo de adaptação e variação neural ao longo da vida, apresenta diferentes características e padrões de ocorrência em diferentes idades. Durante a infância, por exemplo, o cérebro está especialmente receptivo a novos aprendizados e aquisição de conhecimentos. Nessa fase, as modificações neurais são frequentes e intensas, permitindo que as crianças desenvolvam habilidades cognitivas, linguísticas, motoras e sociais.

À medida que a pessoa entra na fase adulta, a neuroplasticidade continua desempenhando um papel importante, porém, os processos de modificação neural tendem a ser mais sutis e focados em adaptações às necessidades individuais e exposição a novas experiências multissensoriais. Nessa etapa da vida, o cérebro busca se ajustar às demandas do ambiente, aprendendo e se adaptando de acordo com as exigências e desafios enfrentados pelo indivíduo.

A neuroplasticidade pode ajudar a lidar com os efeitos negativos dos neurônios espelho, pode ser usada para treinar o cérebro a filtrar estímulos desnecessários e a se concentrar na tarefa em questão. Por exemplo, indivíduos que são facilmente afetados pelos sentimentos dos outros podem aprender a reconhecer e lidar com essas emoções de maneira mais eficaz. Ambientes ricos em estímulos visuais, táteis e sonoros podem aumentar a plasticidade cerebral e promover a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo, tornando a arquitetura uma ferramenta importante para criar lugares que estimulam e promovem a neuroplasticidade.

De acordo com Maffei (2018), o uso crescente dos smartphones e contato com a evolução da tecnologia está provocando modificações plásticas em nosso cérebro. Estudos têm demonstrado as alterações geradas no funcionamento e na plasticidade cerebral, resultantes do uso desse dispositivo. Além de impactos pontuais e imediatos, tais como variações nos níveis hormonais ou no fluxo sanguíneo do cérebro, o ambiente físico em que estamos também é capaz de causar transformações permanentes ou de longa duração, como modificações na plasticidade cerebral.

Segundo Tieppo em entrevista com Crízel (2021, p.42), é sugerido que se aproveite a neurociência como uma forma de autocompreensão, destacando a importância da plasticidade neural ou neuroplasticidade. Isto é, a capacidade de

nosso cérebro de criar ligações sinápticas entre neurônios em resposta a novas experiências e comportamentos. Consequentemente, o sistema nervoso é apto a mudar, adaptar-se e moldar-se tanto em sua formação estrutural e funcional, durante o desenvolvimento natural do indivíduo, quanto em relação às novas experiências que ele vivencia.

A implementação de estímulos motores no design ativo da arquitetura pode fomentar a adoção de hábitos saudáveis e a inclusão dos usuários. A arquitetura ativa contempla o emprego de estratégias de *layout* e design, que influenciam diretamente na escolha de utilização dos espaços pelos seus usuários. Tais estímulos incluem a incorporação de circulações que incentivam a atividade física, como a caminhada e a subida/descida de escadas.

Além disso, o aumento dos estímulos multissensoriais, tais como os visuais, táteis, olfativos, acústicos e da qualidade do ar, contribui para a ampliação da experiência dos usuários. As interações sociais também são estimuladas, proporcionando oportunidades para diferentes convívios e interações formais e informais entre os usuários.

Os desafios cognitivos são promovidos através da diversidade de espaços e soluções flexíveis de mobiliário, como móveis leves, modulares ou com rodas, divisórias leves, brises e cortinas. Um ambiente dinâmico e inclusivo é criado através de soluções que acomodam as necessidades dos usuários e a diversidade do espaço, como a substituição de fileiras de cadeiras por pequenos nichos individuais, com opções de sentar em poltronas, cadeiras, pufes e até mesmo no chão, além de portas e salas coloridas que auxiliam na identificação dos espaços.

Segundo Davis *et al.* (2020), outro fator que estimula a neuroplasticidade é a nostalgia, um fenômeno psicológico alimentado por percepções objetivas e subjetivas. A investigação aponta que a comida, o meio ambiente físico e a atenção dispensada pelos funcionários em restaurantes tradicionais são fatores determinantes na indução da nostalgia dos consumidores, evidenciando que a entrada sensorial (por exemplo, comida e ambiente) e aspectos sociais (por exemplo, pessoas) são gatilhos influentes que provocam sentimentos de afeto pelo passado.

Conclui-se que a compreensão da neuroplasticidade e o estímulo contínuo do cérebro por meio de aprendizado, desafios e experiências enriquecedoras são fundamentais para promover um envelhecimento saudável e uma qualidade de vida

elevada em todas as fases da vida. Além de que, uma fuga à sucessividade dos neurônios espelho e ao comportamento mimético se dá ao vincular diferentes possibilidades de executar tarefas diferentes em ambientes diferentes, ou em mobiliários diferentes, que induzem a neuroplasticidade. Assim como o contato com elementos que desencadeiam a nostalgia, gatilhos como fotos, elementos conhecidos, cheiros ou comida são aspectos a serem considerados.

2.2 Qualidade do espaço e comportamento

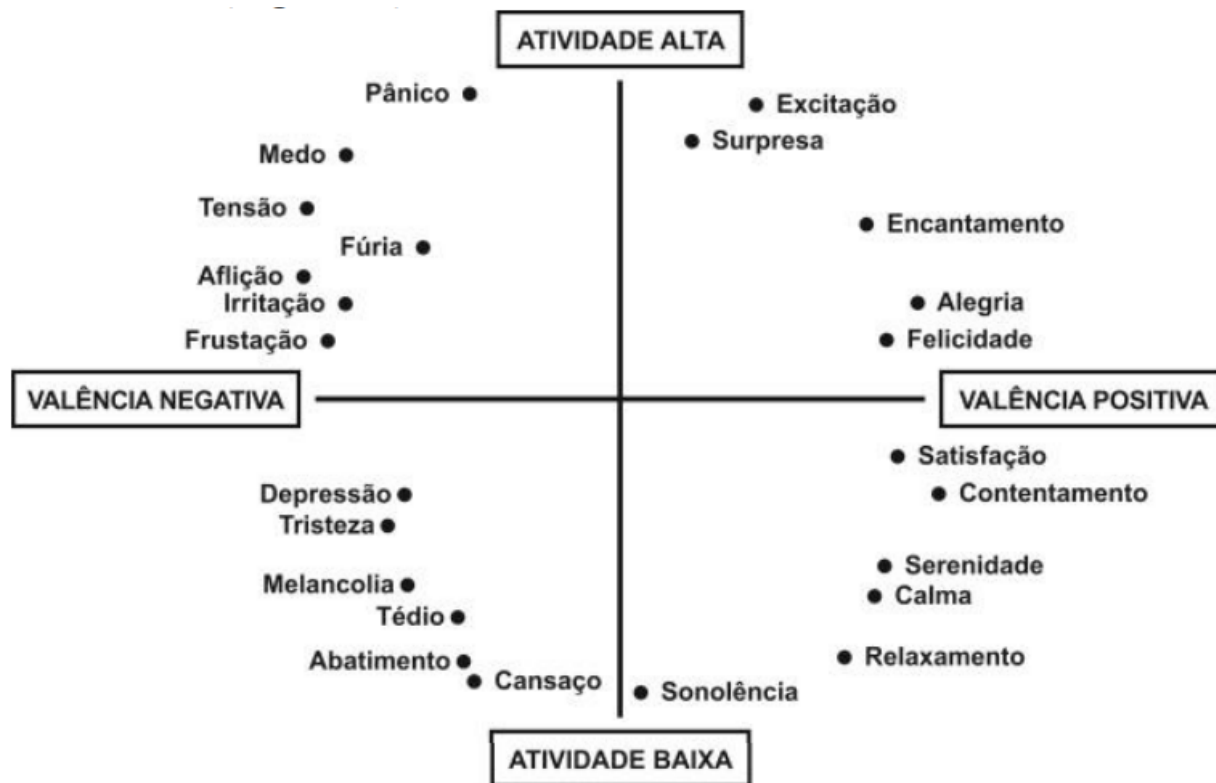
Serão atribuídos a este capítulo os fatores relacionados à aplicabilidade dos elementos que configuram um espaço de qualidade para o setor corporativo, citando quais são os impactos no comportamento e na biologia do ser humano. Investigando o funcionamento dos cinco sentidos relacionados às percepções multissensoriais e como elas podem melhorar a qualidade dos ambientes de trabalho.

Crízel (2021, p.99) comenta que, para alcançar um elevado padrão de excelência no âmbito projetual, é imprescindível que se possua uma compreensão profunda de própria cognição do ser humano e movimentos mentais. A partir dessa compreensão, pode-se desenvolver técnicas neurais, baseadas em dados que permitam ativar campos específicos, que favoreçam o ato de projetar de maneira clara e objetiva, sem influências subjetivas da persona, gosto ou inclinações compositivas. Entre as propriedades básicas da qualidade de um ambiente estão o significado dos elementos, o estímulo sensorial, e as oportunidades de escolha fornecidas aos usuários, pelo ritmo, contraste e proporções das formas. Além disso, é importante ressaltar que a qualidade do espaço físico em que o arquiteto realiza as atividades, também desempenha um papel crucial na obtenção desse estado de clareza mental e foco, uma vez que o ambiente pode influenciar diretamente na percepção e estado emocional do projetista.

O autor Russell (1980) *apud* Nogueira (2018) aponta que as dimensões de avaliação emocional podem ser resumidas em duas categorias: prazer e ativação. A primeira, conhecida como 'valência', está relacionada ao grau de agrado ou desagrado experimentado. Já a segunda, referida como 'ativação', está associada à excitação ou nível de alerta. A terceira dimensão, chamada de 'dominância', é desconsiderada devido à sua natureza mais cognitiva do que emocional.

Na Figura 3 é possível visualizar o modelo circunplexo de afeto, que auxilia na avaliação das cargas de atividade *versus* valência.

Figura 3 – Modelo circunplexo de afeto



Fonte: (Russell, 1980) *apud* Nogueira (2018, pg. 4).

Com base no modelo da Figura 3, reconhece-se a importância de criar um ambiente corporativo que inspire serenidade, com um design que aumente a sensação de bem-estar e reduza a agitação. Conforme outras abordagens apresentadas nesta dissertação, é fundamental incorporar elementos da natureza, ampla visibilidade externa, tons suaves, utilização de texturas, uma iluminação suave e indireta durante a noite, e iluminação natural durante o dia, para alcançar a ativação da tranquilidade no ambiente.

2.2.1 Os Sentidos na qualidade espacial

Os cinco sentidos humanos - visão, audição, tato, olfato e paladar -, estão intimamente ligados à qualidade do espaço construído e ao comportamento humano. De acordo com Crízel (2021, p.89) a visão é o sentido mais utilizado na percepção do espaço, e a qualidade da iluminação e do design visual do ambiente

pode afetar o humor, a produtividade e até mesmo a saúde dos usuários. A audição é importante na percepção do som e da acústica do espaço, que pode influenciar no conforto e na privacidade das atividades realizadas no local. O tato é responsável por sentir a textura e temperatura das superfícies, o que pode afetar a percepção de conforto e segurança. O olfato é responsável pela percepção do cheiro, que pode afetar o humor e o bem-estar dos usuários. E o paladar, embora menos utilizado na percepção do espaço, pode ser influenciado pelo design e *layout* de ambientes de alimentação. Em suma, a consideração e adequação dos sentidos humanos ao espaço construído podem afetar positivamente o comportamento humano e contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos usuários.

De acordo com Hagen (2012), a visão é o sentido que requer a mais elevada quantidade de energia para ser processado, e mais de 50% do córtex cerebral está envolvido no processamento da visão. Desta forma, ao se procurar recordar algo, fechar os olhos pode ser benéfico para o processamento cerebral. Ademais, os videogames de ação treinam o cérebro para processar de maneira mais eficiente as informações visuais, onde há melhorias observadas duram anos após o término da simulação. Tais dados revelam que os jogadores de ação se tornam 58% mais hábeis na capacidade de percepção de profundidade, combinando as visões ligeiramente diferentes que cada olho fornece.

Segundo Kosslyn (2005), a simulação, seja por meio da tecnologia ou da própria imaginação, é capaz de ativar as mesmas regiões do cérebro que recebem informações dos sentidos. A Imaginação tem a capacidade de visualizar mentalmente aquilo que não é acessível aos sentidos, ativando as mesmas regiões do cérebro que recebem estas informações. Assim, pode-se afirmar que a indução de percepções através da combinação de elementos visuais, tais como formas, cores e luzes, estimulará igualmente o nosso cérebro. Em falta de recursos naturais, elementos arquitetônicos podem contribuir para a indução de percepções e cognições, modificando a relação de temperatura, iluminação, formas, profundidade, tamanho e até mesmo de elementos naturais.

Ao se considerar elementos tais como revestimentos, sistema de ventilação, presença de vegetação, disposição da cozinha ou da cafeteria e a pureza do ar, é viável potencializar o sentido olfatório dos frequentadores dos espaços. De acordo com Pallasmaa (2009), a memória mais duradoura de um local é, frequentemente, o cheiro.

A confortabilidade olfatória na construção arquitetônica possui Impacto na saúde emocional, como demonstrado no artigo escrito por Souza (2020), o estímulo olfativo oportunizado pelo ambiente contruído pode exercer grande influência sobre o usuário, e indica uma preferência à busca por ambientes isentos de fragrâncias. É amplamente reconhecido que cheiros incômodos, quando apresentados com intensidade exagerada, podem causar desconforto tanto físico quanto emocional, além de irritações nos olhos, nariz, garganta, náuseas e dores de cabeça. Quando expostos por períodos prolongados, tais odores também podem afetar negativamente o humor, o nível de ansiedade e o estresse. Um estudo mencionado por Souza (2020) concluiu que voluntários apresentaram uma queda na eficiência, reduzindo sua produtividade, quando expostos a um ar considerado rançoso, abafado ou irritante, exalando odores e poluentes atmosféricos.

Os autores Ikei, Song e Miyazaki (2017) reportam que, em resultado da estimulação olfatória com o óleo essencial de cipreste de Taiwan, considerado um aroma intenso, houve uma redução de 8% na pressão arterial diastólica dos participantes e um aumento de 17% na aceleração máxima da constrição, que reflete a atividade nervosa autônoma. Observou-se também um aumento de aproximadamente 10% no desempenho em tarefas, bem como o fortalecimento das funções imunológicas.

Steinemann (2017) emite uma recriminação quanto ao uso excessivo de fragrâncias, alertando para o fato de que, mesmo os aromas conhecidos como "verdes" e "orgânicos", podem liberar produtos químicos potencialmente perigosos. De acordo com a autora, cerca de 20% da população dos EUA relata efeitos negativos à saúde associados ao uso de purificadores de ar com fragrâncias, quando comparados a ambientes sem fragrâncias. Os efeitos podem variar: 9,5% relatam problemas respiratórios, 7,6% sintomas nas mucosas, 7,2% enxaquecas, 5,7% problemas de pele, 4,7% ataques de asma, 3,2% problemas neurológicos, 2,7% problemas cognitivos, 2,7% problemas gastrointestinais, 2,6% problemas cardiovasculares, 2,4% problemas musculoesqueléticos, 1,8% problemas do sistema imunológico e 0,7% outros problemas de saúde.

A percepção olfatória da umidade da terra ou mesmo o contato físico com a terra promovem a ativação de regiões cerebrais responsáveis pela elaboração de serotonina, um neurotransmissor que eleva o bem-estar e o humor, cuja ausência pode ocasionar o surto de depressão.

Segundo Souza (2020), uma considerável melhoria na qualidade do ar interno dos ambientes pode ser alcançada através do uso de plantas, as quais apresentam múltiplos benefícios, que serão discutidos no capítulo sobre Biofilia nesta dissertação. As plantas, além de produzirem oxigênio, exibirem atributos estéticos, e algumas espécies vegetais têm se demonstrado altamente eficazes no processo de purificação do ar, mediante a eliminação e absorção de agentes tóxicos. Dentre eles, destacam-se gases poluentes, como o monóxido de carbono e o formaldeído, presentes em diversos materiais usados na construção civil e no design de interiores. Um estudo da NASA citado por Souza (2020) apresentou o crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) como sendo eficiente na absorção de gases poluentes, além de também apresentar a capacidade de eliminar elementos nocivos, como o benzeno. O lírio da paz e a palmeira rápis também possuem essa propriedade. Outras variedades botânicas, a exemplo, o jasmim, gerânios, lavanda e manjerição, emitem exalações perfumadas de agradável essência capazes de anular odores desagradáveis. Alvariño de La Fuente (2013) cita em sua tese um estudo da Wolverton Environmental Services:

São absorvidos pelas plantas através de microporos presentes na parte inferior das folhas, metabolizados pelas raízes e integrados nos processos alimentares das plantas, com resultados tão surpreendentes como em 24 horas, a aloé vera eliminou 100% do formaldeído num espaço fechado, margarida reduziu 80% de benzeno e açucena 50% de tricloroetileno. Outras plantas purificantes são o filodendro, a foto variegada e a planta de milho, que eliminam o formaldeído; a hera inglesa, que remove benzeno; gérbera e lírio, que eliminam tricloroetileno e benzeno; e crisântemo, a flor nacional do Japão, que remove os três compostos simultaneamente. (FUENTE, 2013, p.29)

Ikei, Song e Miyazaki (2017) esclarecem que a estimulação visual de espaços revestidos com 30% de madeira provoca a redução da pressão arterial diastólica e da pulsação dos indivíduos ocupantes, sugerindo o efeito relaxante. Por outro lado, a estimulação visual em um ambiente revestido com 45% de madeira aumenta a frequência cardíaca, denotando um estado de vigor fisiológico. Nas avaliações subjetivas dos indivíduos participantes, eles classificaram ambos os interiores revestidos com madeira como "confortáveis". Essas descobertas revelam que variações na proporção de madeira no projeto de uma sala de estar, causam efeitos fisiológicos distintos.

Conforme apontado por Ikei, Song e Miyazaki (2017), o atrito tátil da madeira com a mão é não somente fisiologicamente reconstituente, mas também potencializa o sistema imunológico, tendo o potencial de diminuir a tensão, mesmo sem o contato visual. O estudo evidenciou que o contato tátil com o material de madeira tem o efeito de acalmar a atividade do córtex pré-frontal, região responsável pela inteligência e pelo raciocínio lógico e estimula a atividade nervosa parassimpática, responsável por induzir a homeostase do organismo após uma situação de estresse ou emergência. Dessa forma, resultará na redução da frequência cardíaca, pressão arterial, níveis de adrenalina e glicose sanguínea, mais efetivamente do que outros materiais, tais como mármore, azulejo, e aço inoxidável.

Um estudo realizado por Oppezzo e Schwartz (2014) revela que o emprego de estratégias arquitetônicas destinadas a fomentar a mobilidade, como passeios e deslocamentos promovidos pela disposição dos ambientes, mobiliário e aparência das escadas, tem o potencial de elevar em até 81% a criatividade. Ainda, mesmo após a realização do exercício físico, os indivíduos participantes apresentaram um elevado ímpeto criativo residual, mesmo estando sentados.

As revelações apontadas por Jolij e Meurs (2011) indicam que o humor é suscitado pela música, como também afeta a consciência visual, influenciando tanto o processamento de informações sensoriais quanto a geração de percepções visuais conscientes na ausência de estímulos visuais estruturados. É possível, portanto, que a música que o usuário está escutando possa alterar de forma direta a maneira como ele percebe o ambiente.

Bergland (2012) destaca que a aleatoriedade presente na música é associada ao aumento da dopamina. Contudo, a previsibilidade em uma lista de reprodução pode tornar as músicas que você ama monótonas, reduzindo a expectativa e criando uma rotina. Quando se tem uma sequência de músicas memorizadas, não há mais mistério, o que pode levar à monotonia. Este efeito é mitigado pelo uso do modo *shuffle*, fornecendo dopamina e o sentimento de recompensa que surge quando uma música inesperada é reproduzida aleatoriamente.

A resposta neural ao canto de pássaros parece ser condicionada pelo contexto social, o que também pode se aplicar aos seres humanos. O canto de pássaros e a música geram respostas não apenas nas regiões cerebrais diretamente associadas à recompensa, mas também em regiões interconectadas que regulam emoção e comportamento.

2.2.2 Experiências multissensoriais na arquitetura

A integração de elementos sensoriais na arquitetura é uma dimensão para a compreensão da percepção humana, cognição e comportamento influenciada pelo ambiente construído. Através de experiências multissensoriais, os cinco sentidos humanos - visão, audição, tato, olfato e paladar -, desempenham papéis interligados na nossa interpretação e interação com o espaço. Quando se trata de criar um ambiente que inspire serenidade e bem-estar, a abordagem atribuída ao design do ambiente é essencial. Um espaço que incorpora de forma consciente a estimulação positiva desses sentidos tem o potencial de influenciar positivamente o comportamento dos ocupantes, aumentando a motivação, reduzindo a agitação e fomentando um ambiente propício a neuroplasticidade, bem-estar e desempenho das atividades desenvolvidas pelos usuários.

A obra do arquiteto escocês Alan Dunlop, conhecida como *Independence Spaces - Hazelwood School Glasgow* é um exemplo de aplicação de neuroarquitetura, que adotou diversas estratégias eficazes para promover o bem-estar e a aprendizagem dos alunos. Dentre essas estratégias, destacam-se o uso de cores, onde foi adotada uma paleta de cores suaves e naturais, como tons de verde, marrom e cinza e materiais específicos, a incorporação de elementos naturais que promovem a sensação de aconchego e segurança, como madeira e pedra, além de elementos de vidro para proporcionar iluminação natural e permitir a visualização das áreas externas, além da criação de espaços flexíveis e dinâmicos.

Na Figura 4 está apresentada a perspectiva externa da *Hazelwood School em Glasgow*.

Figura 4 – Perspectiva externa Hazelwood School Glasgow



Fonte: Alan Dunlop Architect (2016)

Outra estratégia utilizada na obra foi a incorporação de elementos biofílicos, como árvores e arbustos, que foram plantados ao redor da escola para criar um ambiente mais verde e acolhedor. Como também, foram criados jardins internos e espaços ao ar livre para que os alunos possam desfrutar da natureza e praticar atividades físicas, como na Figura 5, onde é possível ver a perspectiva de sala de aula *Hazelwood School Glasgow*.

Figura 5 – Perspectiva sala de aula Hazelwood School Glasgow



Fonte: Alan Dunlop Architect (2016)

Por fim, foram criados espaços flexíveis e dinâmicos para atender às necessidades dos alunos. Salas de aula foram projetadas para acomodar diferentes formas de ensino e aprendizagem, com móveis e equipamentos que podem ser ajustados de acordo com as atividades realizadas. Também foram criados espaços comuns para que os alunos possam socializar e interagir uns com os outros. Na Figura 6, um exemplo de perspectiva de espaço comum *Hazelwood School Glasgow*.

Figura 6 – Perspectiva espaço comum Hazelwood School Glasgow



Fonte: Alan Dunlop Architect (2016)

Essas estratégias de neuroarquitetura utilizadas na obra *Independence Spaces - Hazelwood School Glasgow* mostram o poder da arquitetura para promover o bem-estar e a aprendizagem, ao criar ambientes que levam em consideração as necessidades humanas e a interação com o meio ambiente.

As experimentações enriquecedoras de aspectos multissensoriais são benéficas para a compreensão, fortalecimento de memória e retenção de informações, proporcionando a ampliação do conhecimento sobre a influência do local de trabalho e variáveis comportamentais.

De acordo com a pesquisa de Kahneman (2013), um ambiente complexo, com excesso de estímulos sensoriais, design confuso, caótico ou difícil de ser navegado pode sobrecarregar cognitivamente o usuário, afetando seu comportamento e capacidade de decisão, o que aumenta a probabilidade de escolhas egocêntricas, uso de linguagem sexista e julgamentos superficiais. Este fenômeno se manifesta quando os estímulos sensoriais são desconformes, conhecido como o efeito *stroop*, resultando em uma demora no processamento da informação pelo cérebro. Por exemplo, quando se lê uma palavra que representa uma cor e sua fonte de escrita é de outra cor, o processamento desta informação

pode ser afetado. A mesma dinâmica também se aplica aos dados percebidos pelo ambiente. Como grande parte da arquitetura hoje é concebida para ser vista, negligenciando os sentidos não visuais como a audição, olfato, tato e paladar, essa negligência pode ser parte responsável pelos problemas sociais atuais, desde a Síndrome do Edifício Doente (SBS) até o Transtorno Afetivo Sazonal (SAD), sem mencionar a crescente preocupação com a poluição sonora.

Conclui-se a importância em utilizar, e ter consciência da forma como são apresentados aos usuários, os ambientes/atmosféricos sensoriais e os sinais que os interagem.

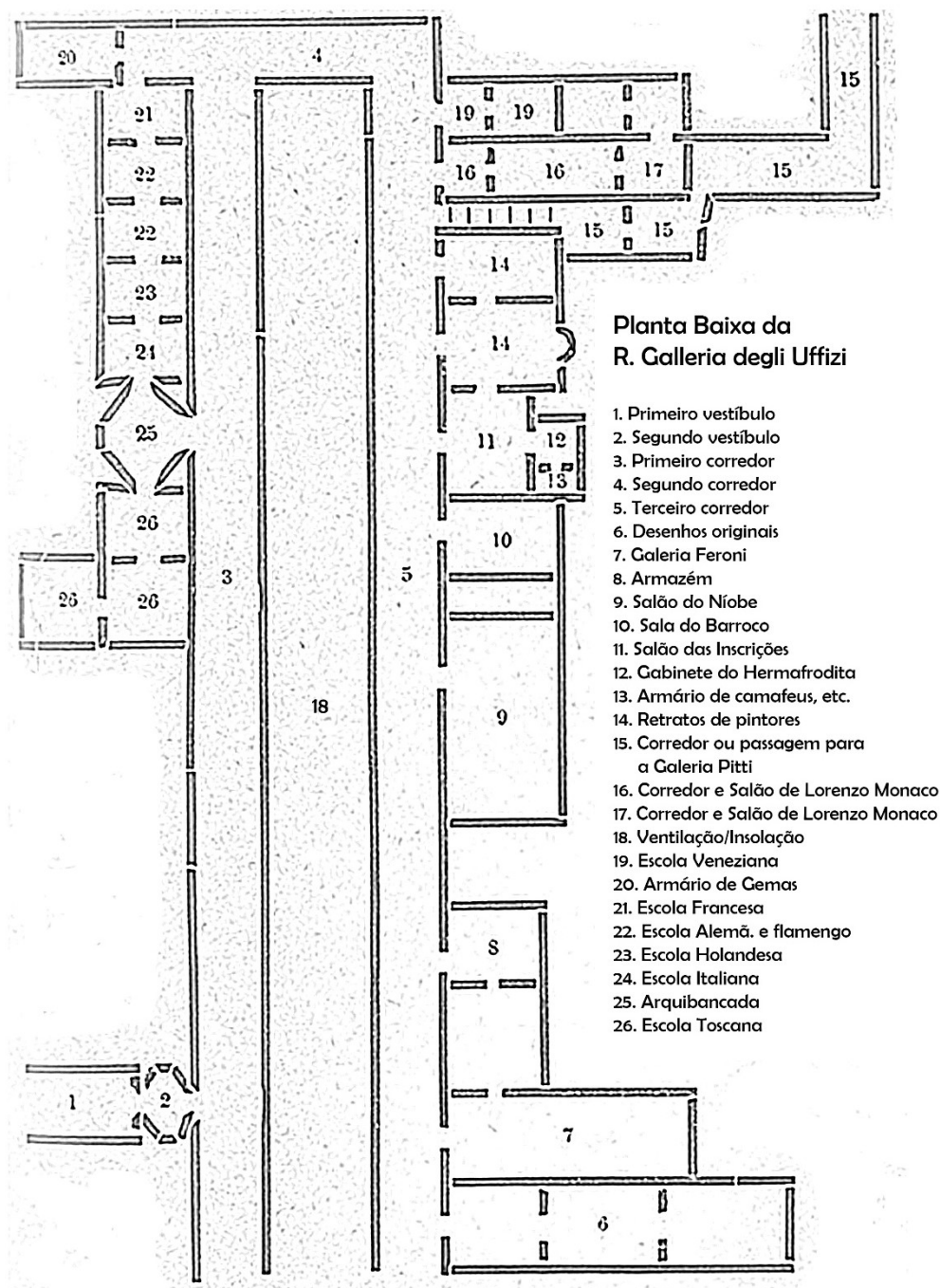
2.3 Arquitetura de ambientes administrativos

Cada edifício corporativo, como resultado da evolução histórica dos escritórios corporativos, é uma declaração pública que transmite uma mensagem à sociedade sobre a empresa que o ocupa. A busca pela qualidade de produtos e serviços, pela qualidade de vida dos funcionários e pela consolidação da imagem corporativa, levou a uma maior atenção à arquitetura e design desses edifícios, buscando transmitir uma mensagem de modernidade, eficiência e responsabilidade social. Desse modo, o edifício corporativo tornou-se um importante meio de comunicação entre a empresa e a sociedade em que está inserida. A arquitetura e o design do edifício podem refletir os valores, as prioridades e a visão da empresa, e a maneira como é percebido pela sociedade pode ter um impacto significativo na imagem e reputação da empresa. Por isso, é importante que a empresa leve em consideração não apenas a funcionalidade do edifício, mas também a sua estética e a sua capacidade de transmitir uma mensagem clara e coerente sobre a empresa e seus objetivos.

A evolução dos espaços corporativos tem sido influenciada por diferentes fases históricas, as quais têm impulsionado o seu contínuo desenvolvimento em resposta às demandas de serviços, às novas formas de ocupação do espaço e às mudanças nas relações de trabalho. A incorporação de novas tecnologias tem sido um importante fator para essa evolução. Crizel (2021) cita a neuroarquitetura como uma abordagem cada vez mais relevante na criação de ambientes de trabalho que visam estimular a produtividade e melhorar a concentração e o desempenho profissional dos funcionários.

Um dos primeiros registros sobre escritórios corporativos são da chamada era pré-industrial, conhecida como a *Gallerie degli Uffizi* (Figuras 7 e 8), segundo Fialho (2007). Um projeto elaborado pelo arquiteto Giorgio Vasari em 1560, construída para abrigar os escritórios dos treze principais magistrados de Florença e possui generosas áreas dotadas de iluminação e ventilação natural e é considerada um marco na necessidade de centralização administrativa criados pela revolução industrial.

Fialho (2007) esplanava que, durante a Revolução Industrial, que ocorreu entre os séculos XVIII e XIX, houve uma grande transformação nas atividades econômicas, com a mecanização da indústria e a adoção de processos produtivos em larga escala. Com isso, surgiu a necessidade de organização do trabalho, tanto nas fábricas quanto nos escritórios, para gerir a produção, as vendas e os serviços prestados.

Figura 7 – Planta baixa da Rua *Galleria degli Uffizi*

Fonte: Adaptado de Rigoni (1891)

No século XVIII, os escritórios administrativos eram geralmente encontrados em prédios públicos, como palácios, ou em grandes empresas comerciais e bancárias. Esses escritórios eram tipicamente espaços amplos e abertos, com mesas e cadeiras dispostas em filas ou agrupadas em torno de um executivo ou gerente. O espaço de trabalho era iluminado por janelas grandes e muitas vezes decorado com elementos clássicos, como colunas e molduras ornamentais.

Figura 8 – Vista ao sul da Rua *Galleria degli Uffizi*, 1560–81 (Florença).



Fonte: Alberts (2018)

Os móveis e decoração eram frequentemente em madeira escura e de alta qualidade, para demonstrar a importância e a riqueza da empresa. Havia pouca preocupação com o bem-estar dos funcionários ou a eficiência do espaço, e a privacidade era rara. Na Figura 9 é possível verificar um escritório com esta descrição.

Figura 9 – Escritório da *American Type Founders* em Nova Iorque



Fonte: *The American Type Founders offices* (1902)

Final do século XIX e início do século XX, os escritórios comerciais surgiram para atender a essa necessidade de gerenciamento e organização do trabalho. Possuíam a lógica do modelo taylorista, voltada para quantidade produtiva e para o lucro, estabelecendo distinções hierárquicas e exercendo maior controle sobre a produção, adotando a segregação espacial, e trabalhadores dispostos em grandes salas e alinhados em filas.

Fialho (2007) comenta que este modelo foi primeiramente estabelecido nas cidades industriais, localizadas na região norte dos Estados Unidos. Esses escritórios eram utilizados para realizar tarefas administrativas, como contabilidade, registro de vendas e compras, gerenciamento de estoques, entre outras atividades necessárias para a gestão do negócio. Com a necessidade, a evolução do uso dos escritórios, o planejamento dos espaços através da arquitetura precisou se inovar para acompanhar o uso em desenvolvimento, a começar pela materialidade, com esqueletos estruturais independentes, de ferro fundido, tornando as construções mais rápidas e com maiores possibilidades de altura e vão-livre, a utilização de janelas piso-teto e, posteriormente, a utilização de pele de vidro. Alvenarias anteriormente utilizadas como elementos auto-portantes passam a ser utilizadas

como vedação, e as plantas baixas passam a ser igualmente distribuídas em todos seus pavimentos, conhecidas hoje como “pavimento-tipo”. Na Figura 10, é possível visualizar um exemplo da construção descrita.

Figura 10 – *Wainwright Building*, St. Louis 1890, Louis Sullivan

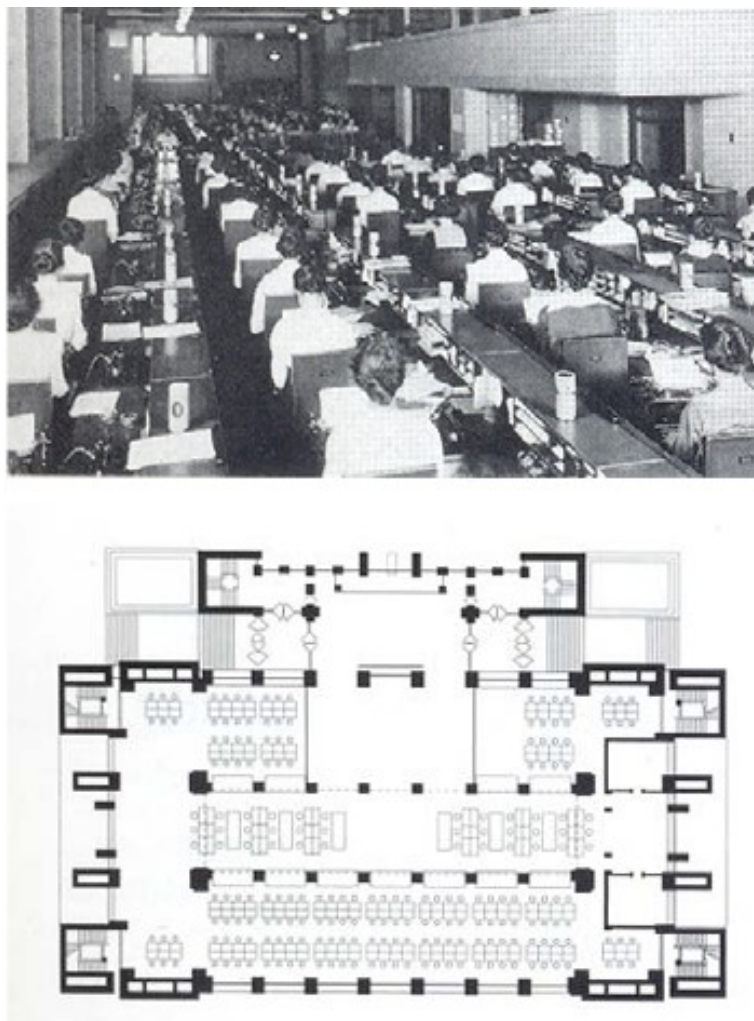


Fonte: Hoffmann (1998)

Segundo Fialho (2007, p. 49), o ambiente de trabalho atual, conhecido como escritório, surgiu com a invenção de duas ferramentas revolucionárias: a máquina de escrever, produzida pela Remington a partir de 1873, e o telefone, inventado em 1876. Estes instrumentos transformaram os sistemas de produção e de troca de informações em ambientes corporativos.

O modelo de linha de produção foi adaptado aos ambientes de escritório, gerando um arranjo de trabalho em que os funcionários eram organizados em filas em grandes salas (Figura 11), permitindo um fluxo ininterrupto de trabalho e uma supervisão visual pelos gestores. Este modelo, conhecido como planta livre, permitia que mais mesas fossem instaladas em áreas abertas do que em salas pequenas. Grandes empresas adotaram esse conceito de planta livre para alocar cada vez mais funcionários em um único espaço, mantendo os gestores e supervisores em escritórios privados.

Figura 11 – Interior e planta baixa do Edifício Larkin, Frank Lloyd Wright (1906)



Fonte: Fialho (2007, p.50).

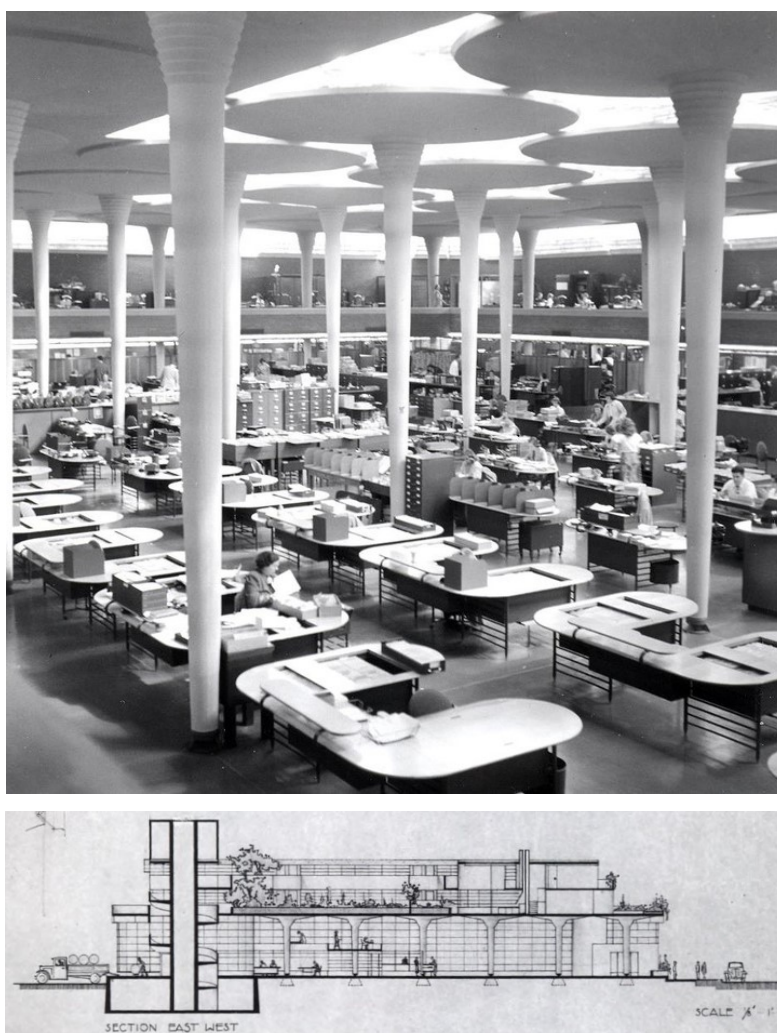
Segundo Hoffmann, foi o caso do projeto do *Larkin building*, desenvolvido por Frank Lloyd Wright, para uma empresa que processava mais de 5.000 pedidos por dia em um grande espaço de galerias em torno de uma quadra iluminada pelo teto central. Para manter o ambiente livre da poluição de Nova Iorque, o edifício foi hermeticamente fechado e equipado com um sistema primitivo de ar-condicionado. Este movimento ficou conhecido como a Escola de Chicago.

Ao final da década de 40 e início de 50, de acordo com Fialho (2007, p.46) o estilo internacional ficou conhecido pelo estilo minimalista, apelo econômico e soluções modulares e pré-fabricadas.

No período pós-guerra, entre as décadas de 1950 e 1960, os Países Nórdicos promoveram uma abordagem de gestão mais igualitária, conhecida como *Quickborner*. Nesse contexto, os consultores de gestão incentivaram todas as

categorias das empresas a trabalharem juntas em um espaço aberto, com o objetivo de criar um ambiente não-hierárquico. Essa estratégia aumentou a comunicação entre os usuários, permitindo maior flexibilidade no futuro e ficou conhecida como "*office landscape*", um planejamento de escritórios em plano aberto que utilizava padrões de circulação orgânica e geometria irregular (Figura 12).

Figura 12 – Interior e planta baixa do Edifício administrativo S.C. Johnson, Frank Lloyd Wright (1939)



Fonte: Lipman (2003, p.11)

De acordo com Lipman (2003, p.9) permaneceram os planos abertos e livres, com móveis dispostos em grandes espaços, mas agora estruturalmente não divididos com ambientes controlados mecanicamente, diferentemente do plano aberto americano. Foi incorporado o uso estratégico de partições e grandes espaços abertos para criar um certo grau de diferenciação e privacidade. Para o controle do ruído, foram utilizados carpetes no piso e painéis modulares e absorventes no teto.

A partir da década de 1960, os escritórios corporativos se tornaram um símbolo de poder e influência comercial e cultural nas cidades onde estavam localizados, com a hierarquia predominando na organização do espaço de trabalho. No entanto, houve uma mudança significativa na forma como esses espaços eram organizados, com a fragmentação dos grupos de trabalho e a adoção de divisórias internas para acomodar as diferentes áreas de trabalho. Ao mesmo tempo, começaram a ser levadas em consideração questões psicológicas e de bem-estar dos trabalhadores. Ainda segundo Fialho (2007), investigações conduzidas após esta época foram classificadas como “síndrome do edifício doente” identificando a relação entre ambiente de trabalho e rendimento do profissional.

Na década de 1970, a preocupação com o bem-estar dos funcionários nos ambientes corporativos se intensificou e resultou na formulação de normatizações específicas para esses espaços. Tais normas incluem prescrições quanto ao espaço mínimo por pessoa, acesso a janelas que proporcionem iluminação e ventilação natural, e a garantia de que todos os funcionários tenham acesso visual para o exterior. De acordo com Fialho (2007) resultando em edifícios com menores profundidades e maior preocupação na adoção de medidas ecológicas e de sustentabilidade. Essas medidas visam promover um ambiente mais saudável e confortável para os trabalhadores, contribuindo para sua qualidade de vida e produtividade.

Na década de 1980, o uso de baias e divisórias de aproximadamente 1,8mx1,8mx1,5m tornou-se uma prática comum nos escritórios, criando um ambiente mais privado para os trabalhadores. No entanto, esse sistema também gerou a falta de interação entre os colaboradores, em contraponto aos espaços abertos que estimulavam a comunicação e a colaboração.

Na década de 1990 até início dos anos 2000, com o advento do computador e o avanço da tecnologia, surgiram os chamados escritórios virtuais, que possibilitaram um novo equilíbrio entre espaços abertos e áreas de privacidade. Nessa época, a hierarquia ainda era prevalente e as tarefas eram compartimentalizadas em áreas específicas, a fim de garantir maior eficiência, comunicação e produtividade. A tecnologia permitiu a comunicação e o trabalho remoto, o que possibilitou uma maior flexibilidade nos modelos de trabalho, mas a hierarquia ainda se fazia presente na organização dos espaços.

No contexto do século 21, conforme destacado por ICOHN (2022), observa-se uma contínua transformação no ambiente de trabalho. Essa evolução está associada à introdução de novas tecnologias, substâncias e métodos de trabalho, bem como às mudanças na estrutura do mercado e na mão de obra. Além disso, surgem novas modalidades de emprego e formas de organizar o trabalho. Vinculando a adoção de automação das tarefas e digitalização das informações e dados, através da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), como a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA), sistemas baseados em nuvem, colaboração com robôs (cobots), fabricação por meio de processos aditivos (impressão 3D), análise de grandes volumes de dados (*big data*) e sistemas ciberfísicos (CPS).

Aliado com o avanço e implementação de inovações tecnológicas, surge a crescente preocupação em garantir ambientes de trabalho saudáveis e seguros para os colaboradores. Isso impulsiona a necessidade de considerar possíveis abordagens para promover a saúde no local de trabalho. Conforme destacado por Euosha *apud* ICOHN (p. 23, 2022), a promoção da saúde no ambiente de trabalho abrange todas as iniciativas empreendidas por empregadores, funcionários e a sociedade em geral para aprimorar o bem-estar e a saúde das pessoas no local de trabalho. Isso engloba desde a flexibilidade nos horários de trabalho até melhorias nas condições do ambiente laboral e desenvolvimento pessoal.

De acordo com Marziale e Jesus *apud* ICOHN (p. 23, 2022), diversas abordagens de promoção da saúde têm sido implementadas em ambientes corporativos no século 21. Entre esses modelos, destacam-se:

- a) O modelo de Pender: Busca identificar os fatores que influenciam os comportamentos saudáveis dos usuários como base para a promoção da saúde;
- b) O modelo de Planejamento Comportamental: Nele, a intenção de adotar comportamentos saudáveis é influenciada pelas atitudes pessoais, percepções de modelos sociais e controle do comportamento, ambientes que incentivem a atividade física, estimular o uso de escadas ao invés do elevador para o deslocamento, estações de trabalho ajustáveis para permitir que os funcionários alternem entre posições em pé e sentadas;

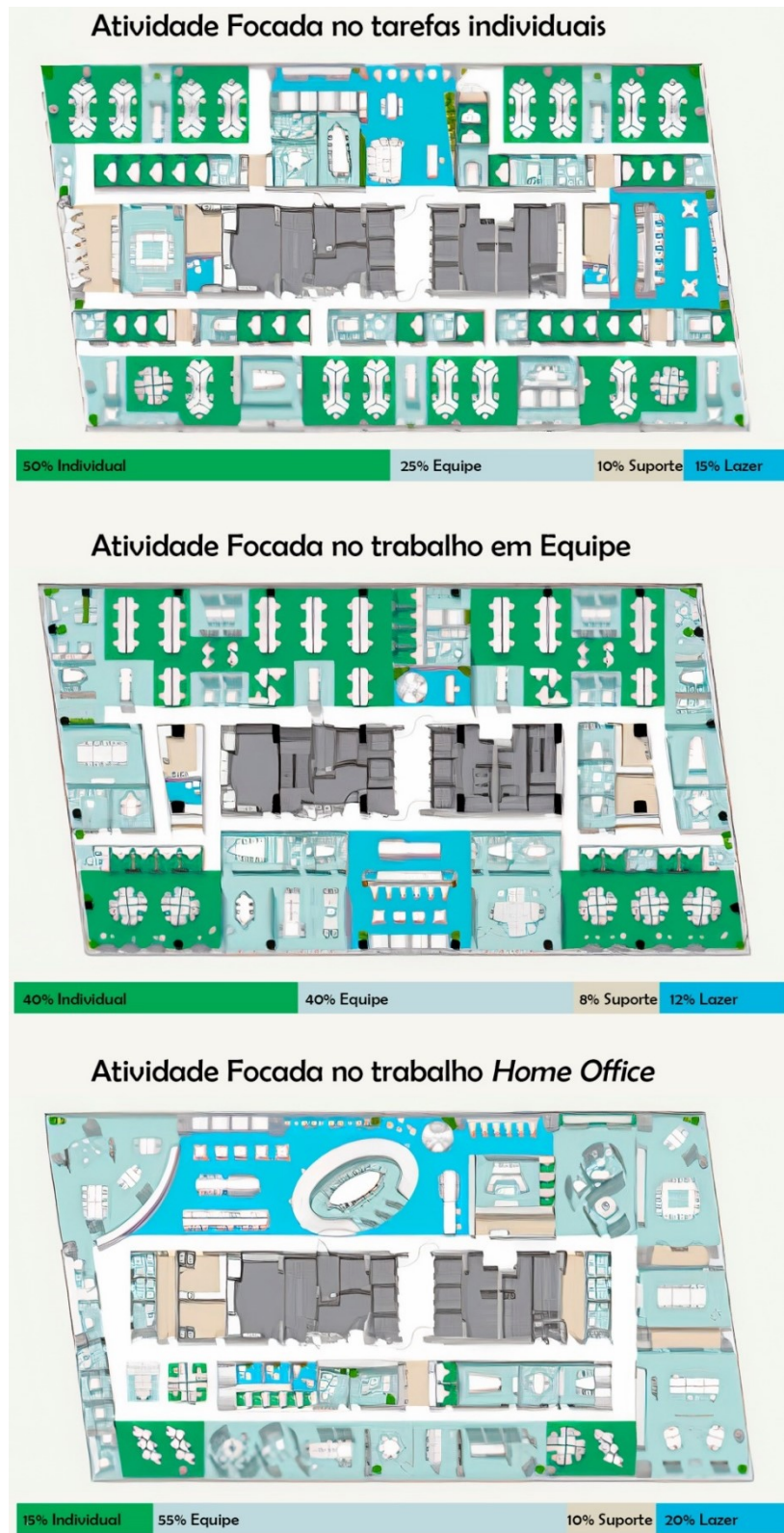
- c) O modelo de Crenças em Saúde: Este modelo enfatiza a importância de estímulos facilitadores para a ação individual, onde o comportamento preventivo depende da percepção de suscetibilidade, gravidade, benefícios e barreiras associadas à sua adoção;
- d) O modelo de Adaptação de Roy: Está relacionado aos estímulos ambientais. Este modelo considera influências internas e externas na promoção da saúde, pode ser aplicado através de estações de trabalho ergonômicas para promover o conforto físico e aumento da produtividade ou o até mesmo horários de trabalho flexíveis para atender às demandas pessoais dos colaboradores.
- e) E o modelo Epidemiológico de Blum: Este modelo destaca o papel curativo do ambiente social e a relevância dos serviços de saúde na prevenção de doenças, como exercícios em equipe ou sessões de treinamento para saúde mental.

Através do tempo, os escritórios foram se desenvolvendo e se tornando mais complexos. Com o surgimento de novas tecnologias e a adoção de novos métodos de trabalho, cabe salientar que cada avanço ou marco de uma nova aplicação não elimina o ciclo anterior, ou seja, o desenvolvimento ocorre mas não é implantado por toda área corporativa que segue mesclando os mais diversos métodos, tecnologias e modos de habitar, conforme os objetivos da empresa. Hoje em dia, os escritórios são ambientes de trabalho essenciais em diversos setores da economia, como serviços administrativos, financeiros, advocacia, consultoria, tecnologia, arquitetura, design, entre outros. O trabalho de escritório é caracterizado pela realização de tarefas que exigem o uso intensivo do computador e de outros dispositivos eletrônicos, além de comunicação constante com clientes, fornecedores e colaboradores.

O programa de necessidades mais utilizado para escritórios administrativos varia de acordo com as necessidades específicas de cada empresa e sua área de atuação. No entanto, de acordo com a pesquisa recente realizada pela CBRE em 2021, geralmente inclui áreas para recepção, salas de reuniões, estações de trabalho individuais e em grupo, espaços de armazenamento, copa e banheiros. Conforme demonstrado na Figura 13, as proporções destinadas às áreas em

comum, trabalho em equipe, individual, áreas de lazer e facilites, variam conforme o objetivo pretendido.

Figura 13 – Proporção das áreas em ambientes administrativos



Fonte: Adaptado de CBRE workplace, design, occupancy and research (2021).

Segundo as orientações de Gurgel (2020), a recepção pode ser uma área separada do ambiente principal de produção para garantir maior controle e segurança. Além disso, é essencial observar questões de controle de insolação, acústica, iluminação e ventilação, para promover o conforto e bem-estar dos usuários, independentemente do tamanho do escritório.

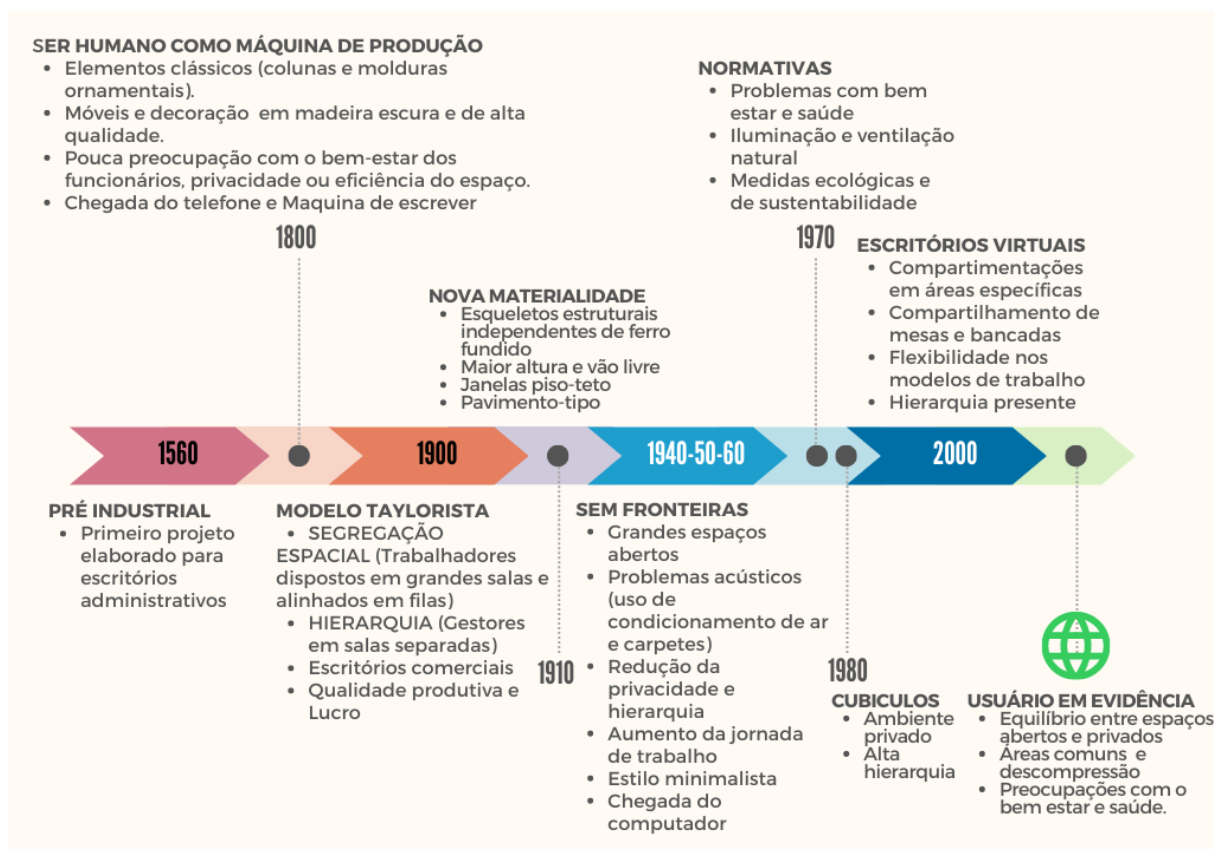
A pesquisa da CBRE (2021) também revelou as principais áreas que demandam atenção nos escritórios administrativos. Dentre elas, destacam-se o trabalho em equipe com 83%, a cultura da empresa com 60%, o engajamento dos funcionários com 57% e a atração de talentos com 50%. Conforme apontado pela pesquisa, a tendência atual é investir em iniciativas que apoiem o trabalho em equipe, e algumas mudanças são imediatas, como aprimoramento na ventilação do ar e videoconferência, criando um ambiente de trabalho saudável e digitalizado.

No que se refere ao bem-estar, tecnologia e flexibilidade são requisitos fundamentais para os ocupantes, que demandam espaços de reunião compartilhados e escritórios flexíveis, permitindo ajustes nos custos de acordo com a necessidade. De acordo com a pesquisa de Sentimento do Ocupante 2021 da CBRE, 37% das grandes empresas com mais de 10.000 funcionários pretendem investir no trabalho por atividade, enquanto 47% estão revisitando seus padrões de design de escritório e 60% estão aprimorando os espaços de colaboração, indicando um reconhecimento de que o papel do escritório mudará sob um modelo de trabalho híbrido.

Atualmente, conforme aponta Gurgel (2020), é valorizado o equilíbrio entre espaços abertos e privados para otimizar a interação entre setores e permitir maior concentração em atividades específicas. Além disso, há uma crescente consolidação de espaços para funcionários que não passam o tempo integral na empresa, bem como áreas comuns para socialização, repouso e troca de ideias. Nesse contexto, é fundamental moldar os ambientes de trabalho para garantir o bem-estar e a saúde dos usuários, considerando condicionantes ergonômicas e estéticas que estimulem a produtividade e a criatividade.

Na Figura 14 está apresentada a evolução dos ambientes administrativos.

Figura 14 – Evolução dos ambientes administrativos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

Ao observar atentamente a evolução histórica dos escritórios corporativos, é possível identificar algumas relações entre as causas e as consequências dessa evolução. A busca incessante pela qualidade de produtos e serviços levou a uma solução para maior interação entre os setores, enquanto a preocupação com a qualidade de vida dos funcionários motivou a humanização e otimização dos espaços de trabalho. Por fim, a consolidação da imagem corporativa impulsionou a adoção de padrões estéticos coerentes e alinhados com a identidade visual da empresa. Em resumo, é possível afirmar que a evolução dos escritórios corporativos é resultado de um processo contínuo de adaptação às necessidades do mercado e dos usuários que nele trabalham.

Nesse sentido, a neurodiversidade, que valoriza a diversidade de habilidades, pensamentos e cognições, tem se mostrado uma importante perspectiva para as empresas se adaptarem e atenderem às necessidades de um público mais diverso e inclusivo. Abrangendo, atraindo e retendo talentos com habilidades únicas e

complementares. Isso pode levar a uma maior inovação e criatividade, além de melhorar o desempenho e a produtividade da equipe.

De acordo com Ortega (2008), neurodiversidade é o conceito que reconhece a diversidade natural do funcionamento do cérebro humano. Ele parte do princípio de que os usuários possuem diferentes formas de processar informações, emoções e interagir com o mundo, e que essas diferenças são uma parte natural da variação humana. Assim, a neurodiversidade inclui usuários com diferentes condições neurológicas, como autismo, TDAH, dislexia, síndrome de Tourette, entre outras. O conceito enfatiza que essas diferenças não devem ser vistas como patologias, mas sim como características naturais que podem oferecer habilidades e talentos únicos, bem como desafios e necessidades específicas.

A arquitetura pode desempenhar um papel importante na criação de ambientes inclusivos e acessíveis para usuários neurodivergentes. Alvariño de La Fuente (2013) traz algumas das principais considerações, que incluem: A iluminação, muitos usuários neurodivergentes são sensíveis a luzes intensas ou cintilantes, portanto a iluminação deve ser ajustável e difusa para evitar desconforto e distração. A acústica, usuários com autismo e TDAH podem ter dificuldade em filtrar estímulos sonoros, neste caso a arquitetura pode incluir materiais de isolamento acústico, bem como zonas silenciosas ou de baixo ruído. O *layout*, onde espaços com muitos estímulos visuais podem ser desafiadores para usuários com autismo e TDAH, a arquitetura pode incluir áreas de descanso e espaços menos ocupados. A sinalização, orientação espacial e sinalização clara pode ajudar a minimizar a ansiedade e o desconforto de usuários neurodivergentes. A flexibilidade, espaços com flexibilidade para adaptações podem ser muito benéficos para seres humanos com necessidades específicas, permitindo que a arquitetura se adapte às suas necessidades. A acessibilidade, rampas, elevadores e outras adaptações para acessibilidade podem ser fundamentais para usuários com deficiências físicas e cognitivas.

A relação entre neurodiversidade e *Helling offices* pode ser encontrada na ideia de que a arquitetura e o design de interiores podem ser adaptados para atender às necessidades específicas de usuários neurodivergentes. *Helling offices* buscam criar espaços de trabalho inclusivos e flexíveis que se adaptem às necessidades dos usuários, independentemente de suas habilidades cognitivas e físicas.

Alvariño de La Fuente (2013) cita os elementos do *Helling offices* como um contraponto a síndrome do edifício doente, um conceito de design de escritório que se concentra em criar espaços de trabalho que promovam a colaboração, a criatividade e o bem-estar dos funcionários. Os *Helling offices* são caracterizados por um *layout* aberto, com áreas de trabalho em equipe e espaços de colaboração, neurodiversidade, além de elementos de design que promovam o conforto e a sensação de bem-estar dos funcionários, como iluminação natural, plantas e mobiliário ergonômico. O objetivo é criar um ambiente de trabalho agradável e estimulante, que incentive a criatividade e o trabalho em equipe, e contribua para a satisfação e o desempenho dos funcionários.

Dessa forma, *Helling offices* e a neurodiversidade compartilham a ideia de que a diversidade é uma fonte de inovação e que ambientes de trabalho inclusivos e acessíveis para todas os usuários podem resultar em melhores resultados para as empresas e uma sociedade mais justa e igualitária.

2.4 Neuroarquitetura e ambiente construído

Dentre todos os elementos que compõem um espaço construído, alguns são considerados mais importantes que outros na relação com o usuário. Este subcapítulo irá apresentar os principais elementos e quais são seus impactos para o ser humano. Crízel (2021, p.85) ressalta a importância de considerar não apenas os elementos específicos do ambiente, mas também a espacialidade global, ou seja, o ambiente como um todo, pois a espacialidade global pode transmitir significados e signos que afetam a experiência do usuário.

Crízel (2021) cita, ao longo de seu trabalho, alguns dos elementos que compõem a espacialidade global, incluindo a iluminação, a ventilação, a acústica, a temperatura, a circulação, a ergonomia, a estética e a funcionalidade. Esses elementos podem afetar o conforto, o bem-estar e a saúde dos usuários do espaço construído. Por exemplo, uma iluminação inadequada pode causar desconforto visual, fadiga e estresse, enquanto uma ventilação insuficiente pode aumentar a concentração de poluentes no ar e prejudicar a qualidade do ar interno.

Além disso, Crízel (2021, p.85) comenta que a espacialidade global também pode ser usada para transmitir significados simbólicos e culturais. Por exemplo, a escolha de cores, materiais e acabamentos pode comunicar uma mensagem sobre o

propósito e a identidade do espaço. Um ambiente minimalista pode transmitir uma sensação de simplicidade e ordem, enquanto um ambiente mais decorado pode sugerir sofisticação e luxo.

Portanto, ao projetar um espaço construído, é importante considerar não apenas os elementos específicos do ambiente, mas também a espacialidade global e os significados que ela transmite para os usuários.

2.4.1 O uso das cores no ambiente

Conforme Crízel (2021, p.64) a aplicação das técnicas efetivas vai muito além de simplesmente colorir o ambiente seguindo tendências internacionais, flexibilidade de uso e ambientes de trabalho repletas de salas de descompressão e de lazer. Um dos pressupostos é a teoria de Gestalt, de acordo com Crízel (2021, p.84) “que se dedica a analisar as relações espaciais, principalmente a que une a parte ao todo, nos traz que o grau de unidade de um sistema depende de sua estrutura” implicando na interação entre ambiente e usuário através da comunicação do ambiente, da intencionalidade do projeto e da psicologia da forma.

A escolha das cores dos ambientes construídos é importante, pois, de acordo com os relatos apresentados ao longo da biografia de Browning e Cooper (2015), pode afetar tanto a percepção quanto as emoções do ser humano, além de ter impactos fisiológicos e psicológicos.

A neuroarquitetura, assim como a teoria da Gestalt, que se dedica a analisar as relações espaciais e a unidade dos sistemas, podem ser aplicadas na seleção de cores, que devem ser escolhidas com intencionalidade de acordo com o objetivo do ambiente. Além disso, Browning e Cooper (2015) relatam que o uso de cores pode ajudar a melhorar a concentração em ambientes de trabalho e contribuir para a saúde mental dos usuários, como no caso de pessoas com ansiedade ou depressão. As cores também podem influenciar a percepção da temperatura em um ambiente, o que pode ser relevante em relação a questões de conforto e eficiência energética. Conforme pontuado por Gurgel (2020, p. 50), a adoção de tonalidades variadas em superfícies verticais em distintas zonas de um ambiente corporativo pode coadjuvar na identificação dos múltiplos setores presentes no espaço. Portanto, a escolha de cores deve ser feita com atenção para criar ambientes que atendam às necessidades e objetivos específicos.

A teoria de Browning e Cooper (2015) demonstra que as cores encontradas em condições favoráveis à sobrevivência, como o azul, verde em tons médio e escuros, assim como o vermelho, que são indicadores de presença de água, vegetação saudável e tons de frutas maduras, tendem a provocar respostas positivas aos seres humanos como aumento da criatividade, relaxamento, excitação, foco e concentração, respectivamente. Já tons frequentemente encontrados em vegetações secas podem provocar respostas contrárias, mas tons terrosos são uma preferência entre os trabalhadores. Importante ressaltar que os tons de verde aplicados nos ambientes corporativos tendem em geral a impactar a motivação, entusiasmo e a produtividade dos usuários.

Verde médio pode também representar maior criatividade (Litchenfeld, et.al. 2012)³⁸. As respostas fisiológicas podem incluir um pouco aumento da força muscular ao ver o vermelho (Elliot & Aarts, 2011). O vermelho também está associado ao aumento da resposta galvânica da pele e do ritmo cardíaco, enquanto o azul está associado à resposta oposta (Harkonen, et al 2012). BROWNING E COOPER (2015, p.33).

Em uma pesquisa conduzida por Heilig (1992), comprova-se a utilização dos cinco sentidos para criar identificação entre público e marca ou usuário e ambiente, revelando que a relação de memória sensorial e afetividade entre usuário e ambiente são maiores quando mais sentidos são ativados. Os levantamentos mapearam a utilização dos sentidos e especificaram as seguintes proporções quanto à influência na conectividade sináptica: 70% pela visão, 20% pela audição, 5% pelo olfato, 4% pelo tato e 1% pelo paladar.

A pesquisa de Browning e Cooper (2015) demonstra que 67% dos usuários possuem sensações de felicidade em ambientes acentuados com cores verde, amarelo, marrom, branco ou azul. A utilização de tonalidades cinzas demonstram um impacto desfavorável sobre os níveis de estresse dos colaboradores. Neste ímpeto, vale ressaltar que, de forma geral, a tonalidade a ser escolhida deve ser favorável a tons pastéis, que se assemelhem ao solo, às pedras e às plantas, utilizando o brilho de maneira cautelosa e pontual. Browning e Cooper (2015, p.32) também ressaltam que “quando os usuários veem apenas de relance a cor verde antes de iniciar uma tarefa criativa, seu desempenho criativo melhora, em comparação aos que viram de relance as cores branca, cinza e outras cores claras.”

Tonalidades mais escuras de verde possuem a capacidade de reduzir a frequência cardíaca e pressão arterial, atuando como um efetivo alívio ao estresse.

Já a tonalidade vermelha pode aprimorar o engajamento cognitivo e a atenção, beneficiando a realização de tarefas intelectualmente exigentes. A cor azul e determinados tons médios de verde podem intensificar a habilidade cognitiva em tarefas que requerem criatividade.

A capacidade das cores em nos produzir reações, remete aos primórdios da civilização, quando nos auxiliava a localizar comida e água, bem como, identificar caminhos. Enquanto muitas cores podem ter significados culturais que variam significativamente de um lugar para outro, há também indícios de que algumas cores geram respostas fisiológicas e psicológicas universais, tais como aumento da criatividade, e do foco cognitivo, ou ainda criar um efeito calmante. (BROWNING E COOPER, 2015, p.29).

Existe uma conexão global entre os seres humanos no que se refere à preferência inata pelos tons encontrados nas savanas, que são percebidos como locais saudáveis para habitar e geram sensações de estímulo para realizar tarefas enquanto mantêm a mente serena. O azul, seguido pelo vermelho, está entre as cores preferidas, e de acordo com Guéguen *et al.* (2012), a exposição prolongada ao vermelho está associada ao aumento do estresse agudo e a comportamentos mais agressivos. O amarelo é a cor que mais chama a atenção humana, enquanto o laranja é a cor mais alegre, embora alguns possam apreciá-las mais do que outros. É importante ressaltar que os tons mencionados se referem às cores vivas da natureza, enquanto aqueles encontrados na vegetação morta ou em decomposição podem ser entendidos como insalubres para o ambiente. Um alerta sobre os excessos de estímulo de cores, iluminação e reflexos pode prejudicar os usuários, causando cansaço, estresse e esgotamento mental.

De acordo com Browning e Cooper (2015) as cores podem ser atreladas ao “uso de elementos naturais, tais como pedras, foi mais fortemente ligado ao desempenho dos funcionários, madeira no design do escritório e no mobiliário que contribuiu para maiores níveis de produtividade”.

Na Tabela 1 está apresentado um resumo do impacto das cores no ser humano.

Tabela 1 – Resumo do impacto das cores no ser humano

	Vermelho	Amarelo	Verde	Azul	Branco	Marrom	Cinza
Motivação			• Sim	• Sim	• Sim		
Produtividade		• Sim	• Sim	• Sim	• Sim		
Inspiração		• Sim	• Sim		• Sim		
Felicidade			• Sim	• Sim	• Sim	• Sim	
Criatividade		• Sim	• Sim	• Sim	• Sim		
Atenção	• Sim						
Entusiasmo			• Sim	• Sim	• Sim		
Stress			• Diminui				• Sim

Fonte: Adaptado de Browning e Cooper (2015)

Os autores Wichmann, Sharpe e Gegenfurtner (2002) utilizaram um paradigmático método de memória de reconhecimento com vistas a avaliar o impacto das informações cromáticas na memória visual, por meio da utilização de imagens de cenas da natureza. O desempenho dos participantes foi 5 a 10% superior quando expostos a imagens coloridas em comparação com imagens monocromáticas, independentemente do tempo de exposição, evidenciando que a cor constitui uma propriedade de superfície que integra a representação da memória. Nesse sentido, os autores também destacaram que a vantagem na memória de reconhecimento desaparece quando as imagens de cenas naturais são apresentadas com cores falsas, sendo que a melhoria na memória de reconhecimento está diretamente relacionada à congruência cromática das imagens com o conhecimento prévio acerca da gama de cores encontrada nas cenas

naturais, como, por exemplo, o azul do céu ou o verde da grama localizados, respectivamente, no alto e no chão.

Na Tabela 2 estão apresentados os aspectos, informações e cuidados na escolha das cores.

Tabela 2 – Aspectos, informações e cuidados na escolha das cores

Aspectos	Informações	Cuidados
Teoria de Gestalt e Neuroarquitetura na escolha de cores para ambientes construídos	Ambas abordam a relação espacial e a unidade dos sistemas para selecionar as cores com intencionalidade.	Gestalt se dedica mais à análise da relação espacial de uma parte com o todo, enquanto a neuroarquitetura busca aplicar as teorias em relação aos impactos fisiológicos e psicológicos das cores nos usuários dos ambientes.
A escolha de cores pode afetar tanto a percepção quanto as emoções do ser humano	Corretamente selecionadas, as cores podem melhorar a concentração, contribuir para a saúde mental, influenciar a percepção de temperatura e contribuir para o bem-estar do usuário.	Escolher cores inadequadas pode ter o efeito oposto, impactando negativamente o usuário do ambiente.
Teoria de Browning e Cooper	Cores encontradas em condições favoráveis à sobrevivência podem provocar respostas positivas nos usuários, como aumento da criatividade, relaxamento, excitação, foco e concentração.	Tons frequentemente encontrados em vegetações secas e outros tons terrosos podem provocar respostas contrárias.
Importância dos tons de verde em ambientes corporativos	Os tons de verde aplicados nos ambientes corporativos tendem em geral a impactar a motivação, entusiasmo e a produtividade dos usuários. Verde médio pode também representar maior criatividade.	Nem todos os tons de verde são adequados para todos os ambientes e objetivos.
Utilização dos cinco sentidos para criar identificação entre público e marca ou usuário e ambiente	A relação memória sensorial e afetividade entre usuário e ambiente são maiores quando mais sentidos são ativados. A visão é o sentido mais importante para a maioria dos usuários ao avaliar um ambiente.	O olfato é o segundo sentido mais importante, seguido pelo tato, paladar e audição.
Impacto das cores em ambientes acentuados com verde, amarelo, marrom, branco ou azul	Ambientes acentuados com essas cores têm um impacto positivo sobre a felicidade dos usuários. Tons de cinza possuem um impacto negativo significativo sobre os níveis de estresse dos funcionários.	Em geral, a cor deve favorecer tons pastéis característicos do solo, pedras e plantas, utilizando o brilho de maneira cautelosa e pontual.
Efeito de ver apenas de relance a cor verde antes de iniciar uma tarefa criativa	O desempenho criativo melhora quando se vê de relance a cor verde antes de iniciar uma tarefa criativa.	O mesmo não acontece quando se vê de relance as cores branca, cinza e outras cores claras.

Fonte: Adaptado de Crízel (2021); Wichmann, Browning e Cooper (2015); Sharpe e Gegenfurtner (2002)

2.4.2 Linguagem e formas nos ambientes

Conforme Tyler (2000), a simetria é uma propriedade visual de grande relevância para a humanidade e organismos de modo geral. Sua importância para os seres humanos é manifestada através de seu uso abrangente como princípio de design em objetos da construção humana. Além disso, a simetria é também expressa de forma mais sutil na estrutura composicional de pinturas, como retratos, ao longo da história da arte. Considerando que a simetria é uma propriedade recorrente de objetos e faces, a ativação dessa região occipital especializada parece estar codificando a presença de simetria no campo visual. Os seres humanos são capazes de detectar simetria bilateral com alta precisão e em um intervalo de apenas 0,05 segundos. Além disso, de acordo com Liu *et al.* (2014) o ser humano apresenta propensão em descobrir estruturas e conceitos em sons e imagens aleatórias, tendo em vista a habilidade cerebral em converter as impressões em algo conhecido, resultando no fenômeno da pareidolia¹.

Tudo que se vê possui forma, a semiótica se configura como uma disciplina que se dedica ao estudo dos signos em suas diversas formas, compreendendo todos os elementos que expressam um significado ou sentido para a humanidade, incluindo as linguagens verbais e não-verbais (Figura 15). De acordo com Monteiro (2018) podem ser categorizados em três classes distintas: O ícone, quando o signo estabelece uma relação de semelhança com o objeto. O índice, quando é possível encontrar uma indicação do objeto que está sendo significado. E o símbolo, por sua vez, é considerado quando não há uma correspondência imediata com o objeto que ele representa, mas há uma explicação que torna seu significado plausível.

Figura 15 – Exemplo de linguagens verbais e não-verbais



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

¹ Pareidolia, conforme citam Liu *et al.* (2014), é um fenômeno psicológico em que o cérebro humano percebe padrões familiares ou reconhecíveis em estímulos aleatórios ou ambíguos. O que pode incluir imagens, sons ou outras formas de estímulos sensoriais.

No âmbito da semiótica, Milan (2013) expõe que há dois termos que se referem à origem do significado, a saber: "bouba", que é tido como uma forma natural, orgânica, evocando fluidez, suavidade, movimento, empatia e emoção; e "Kiki", relacionado à forma humana, simbolizando estabilidade, seriedade, rigidez, estagnação, racionalidade e confiança.

Segundo Bar e Neta (2006), as formas curvilíneas e lineares podem exercer uma série de influências sobre o indivíduo, tanto em nível psicológico quanto físico. Uma das principais influências é a sensação de serenidade que as formas curvas podem transmitir, enquanto as formas retas podem parecer mais estáticas e inflexíveis. Além disso, ambas as formas podem ser utilizadas para criar ambientes esteticamente agradáveis, mas as curvas costumam ser associadas a espaços mais acolhedores, enquanto as retas são frequentemente vinculadas a espaços mais formais.

Em relação à percepção do espaço, Bar e Neta (2006) complementam que as formas curvas podem ser usadas para criar uma sensação de amplitude, enquanto as formas retas podem transmitir a sensação de restrição. A escolha entre formas retas ou curvilíneas também pode afetar a percepção da qualidade de um objeto ou ambiente, já que as formas curvas podem ser relacionadas a algo mais elegante e requintado, enquanto as formas retas podem ser vistas como mais simples e utilitárias.

Bar e Neta (2006), indicam que a avaliação apressada dos indivíduos acerca dos elementos presentes no ambiente é uma ocorrência constante. Tais julgamentos deveriam se fundamentar nas características físicas dos alvos, entretanto, a natureza dessas propriedades ainda permanece obscura. Os autores baseiam-se no fato de que mudanças súbitas no contorno são capazes de instigar um sentimento de ameaça e, conseqüentemente, desencadear um viés negativo. O formato do contorno presente em um objeto visual - seja ele curvilíneo ou retilíneo - tem um papel decisivo na maneira pela qual os indivíduos se posicionam em relação a esse objeto.

As partes simétricas das formas quadrangulares são correlacionadas com o conceito de robustez e segurança, realçando a percepção de acolhimento, transmitindo a ideia de disciplina e fortitude, enquanto as formas triangulares podem suscitar emoções de perigo e risco, gerando conseqüentemente aversão e desconforto. Porém, de acordo com Taylor (2008), formas e elementos inspirados

em fractais auxiliam a reduzir o estresse, e isso ocorre devido à predisposição cerebral do ser humano para processar de forma mais eficiente a imagem de fractais e outras proporções da natureza.

Uma pesquisa conduzida por Coburn *et al.* (2020) atestou a predileção por espaços com altura de teto elevada, formas curvilíneas, áreas flexíveis e grandes aberturas com vistas desimpedidas. A observação desses ambientes ativa o córtex pré-frontal ventromedial, aprimorando o sistema de recompensa cerebral e intensificando a capacidade criativa. Esses resultados reforçam a importância da arquitetura na promoção do bem-estar e produtividade no ambiente de trabalho. Os autores Browning e Cooper (2015) apontam que o estilo Minimalista incorporado ao design do ambiente corporativo é considerado 38% mais inspirador para exercer as atividades, em comparação a outros estilos, mostrando que a escolha adequada do estilo de design pode ter um impacto significativo na eficiência e satisfação dos trabalhadores.

Tabela 3 – Relação das formas e impactos para o ser humano

(continua)

Característica	Definição	Exemplos
Simetria	Propriedade visual recorrente em objetos e faces, percebida pelo cérebro humano em apenas 0,05 segundos.	Rostos simétricos, objetos simétricos, princípio de design em objetos da construção humana.
Pareidolia	Fenômeno da habilidade cerebral em converter impressões em algo conhecido, fazendo com que o ser humano encontre estruturas e conceitos em sons e imagens aleatórias.	Ver figuras em nuvens, reconhecer rostos em objetos inanimados.
Semiologia	O estudo dos signos icônicos, formais, indexicais e simbólicos que representam significados ou sentidos para a humanidade, incluindo linguagens verbais e não verbais	Sinais de trânsito, emojis, gestos, ícones em telas, conceitos de formas.
Bouba/Kiki	Termos utilizados na semiologia para descrever a origem do significado, sendo "bouba" relacionado a formas orgânicas e fluídas, e "kiki" relacionado a formas lineares e rígidas.	Desenhos e formas abstratas com curvas e linhas retas, objetos decorativos, elementos e produtos.
Formas curvilíneas e lineares	Formas que exercem influência psicológica e física no indivíduo, sendo as curvas associadas à sensação de serenidade e espaços acolhedores, enquanto as retas são associadas a espaços formais e transmitem a sensação de restrição.	Design de móveis, arquitetura, obras de arte, esculturas e monumentos.
Contornos	Formato do contorno presente em um objeto visual pode influenciar a percepção dos indivíduos em relação a esse objeto, instigando um sentimento de ameaça ou conforto.	Formas quadrangulares são correlacionadas com robustez e segurança, enquanto formas triangulares podem gerar emoções de perigo e risco.

(conclusão)

Característica	Definição	Exemplos
Fractais	Formas e elementos inspirados em fractais auxiliam na redução do estresse.	Arte abstrata com formas repetitivas, autossimilares e proporções da natureza.
Espaços	Espaços com altura de teto elevada, formas curvilíneas, áreas flexíveis e grandes aberturas com vistas desimpedidas são preferidos por muitos usuários, ativando o córtex pré-frontal ventromedial e intensificando a capacidade criativa.	Espaços de coworking, ambientes de trabalho criativos, salas de estar modernas.

Fonte: Adaptado de Bar e Neta (2006); Browning e Cooper (2015); Coburn *et al.* (2020); Taylor (2008); Milan (2013); Monteiro (2018); Liu *et al.* (2014).

2.4.3 Sistemas de iluminação

A exposição à luz, seja ela natural ou artificial, tem efeitos significativos na saúde e bem-estar do indivíduo. Conforme Beltrami (2015), a irradiação solar, por exemplo, é capaz de estimular áreas específicas na retina, desencadeando a liberação de serotonina, o que melhora o estado de ânimo. Além disso, a luz natural é capaz de potencializar o rendimento do processo de aprendizagem. No entanto, nem todas as fontes de luz são benéficas para a saúde ocular e geral.

De acordo com o *International Review of Ophthalmic Optics* (2013), as luminárias e dispositivos em LED possuem uma radiância altíssima, o que pode causar danos térmicos e fotoquímicos na retina. A exposição a esse tipo de luz, seja em exposições breves de alta intensidade ou em exposições de baixa intensidade repetidas por longos períodos, como no caso de telas de computadores, podem ser prejudiciais à saúde.

Quando acordamos, nosso organismo está preparado para receber a luz do dia. Este é o momento em que a sensibilidade visual humana é maior, ou seja, no início da manhã (TOSINI *et al.*, 2008). Também é o momento em que ocorre a secreção do hormônio melatonina, que continuará ao longo do dia. Ao meio-dia, a intensidade da luz do sol chega a 100.000 lux (SHIRANI; LOUIS, 2009) e possui alta temperatura de cor, de aparência mais azulada, que provoca o estado de alerta necessário às atividades diurnas. Ao fim da tarde, a luz do sol diminui gradativamente de intensidade, é mais amarelada e nos induz ao estado de relaxamento. À noite, a secreção da melatonina nos prepara para funções tipicamente noturnas como o sono. (SOARES FILHO, 2018).

Além disso, a exposição à luz com tonalidade azulada, principalmente no período da noite, suprime a produção de melatonina, hormônio envolvido na

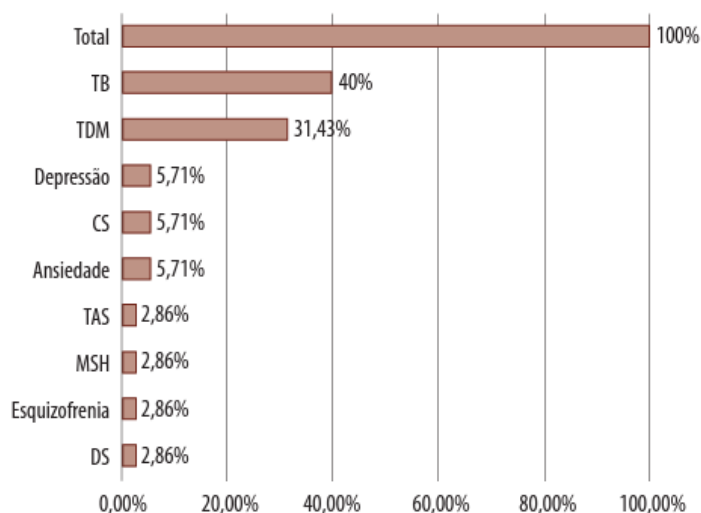
regulação do ritmo sono-vigília. Essa supressão noturna de melatonina pode estar associada ao desenvolvimento de enfermidades graves, como diabetes, câncer de mama e doenças cardiovasculares, conforme Niosh (2020) destaca.

Em resumo, a iluminação está diretamente relacionada a diversos aspectos da saúde e bem-estar, como concentração, fadiga ocular, sonolência e produtividade. Por isso, é importante estar atento à qualidade e intensidade das fontes de luz presentes no ambiente e adotar práticas saudáveis em relação ao uso de dispositivos eletrônicos e exposição à luz no período noturno.

De acordo com Gurgel (2020, p. 30) a iluminação incorporada aos escritórios no passado se resumia a distribuição uniforme de luminárias difusas no ambiente, com o foco em maior desempenho visual e seguindo as normas da ABNT (2013). Provando não ser mais eficaz, Soares Filho (2018) ressalta que os sistemas de iluminação artificial utilizam diodos emissores de luz (Leds) que possuem uma capacidade preocupante de interferir no ritmo circadiano, comprometendo a qualidade do sono e o bem-estar dos usuários, tornando essencial o conhecimento dos efeitos da luz artificial na saúde humana e a adoção de medidas adequadas para minimizar seus efeitos negativos que podem afetar o sono, o humor, o comportamento e a saúde em geral. Com o ritmo circadiano fora de sincronia também pode haver o desenvolvimento de doenças como câncer, cardiopatias, diabetes e obesidade.

No Gráfico 1 está apresentada a distribuição dos principais transtornos psiquiátricos considerados nos estudos sobre ritmo circadiano

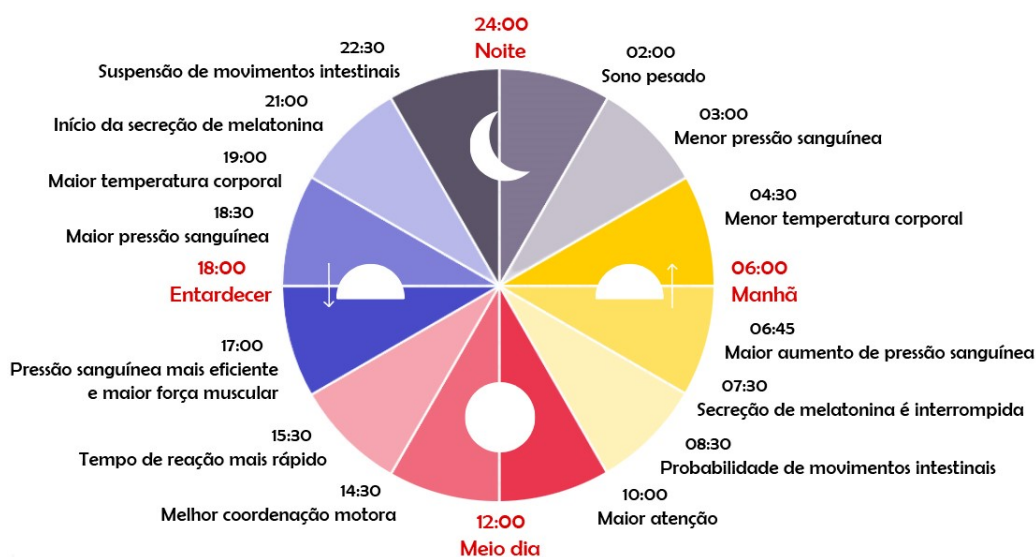
Gráfico 1 – Distribuição dos principais transtornos psiquiátricos considerados nos estudos sobre ritmo circadiano



Fonte: Monteiro, *et al.* (2020); TB: Transtorno bipolar; TDM: Transtorno depressivo maior; TAS: Transtorno afetivo sazonal; DS: Distúrbio do sono; CS: Comportamento suicida; MSH: Mudanças sazonais de humor

Andersen, Gochenour e Lockey (2013) explicam que o planejamento da incidência de luz natural e a simulação consciente da luz artificial em temperaturas condizentes com o ciclo diário, isto é, fazer o uso da iluminação artificial com intensidade, espectro e duração em tempos e temperaturas semelhantes ou acompanhando as proporcionadas pelo sol, pode auxiliar a manter o ciclo circadiano regulado.

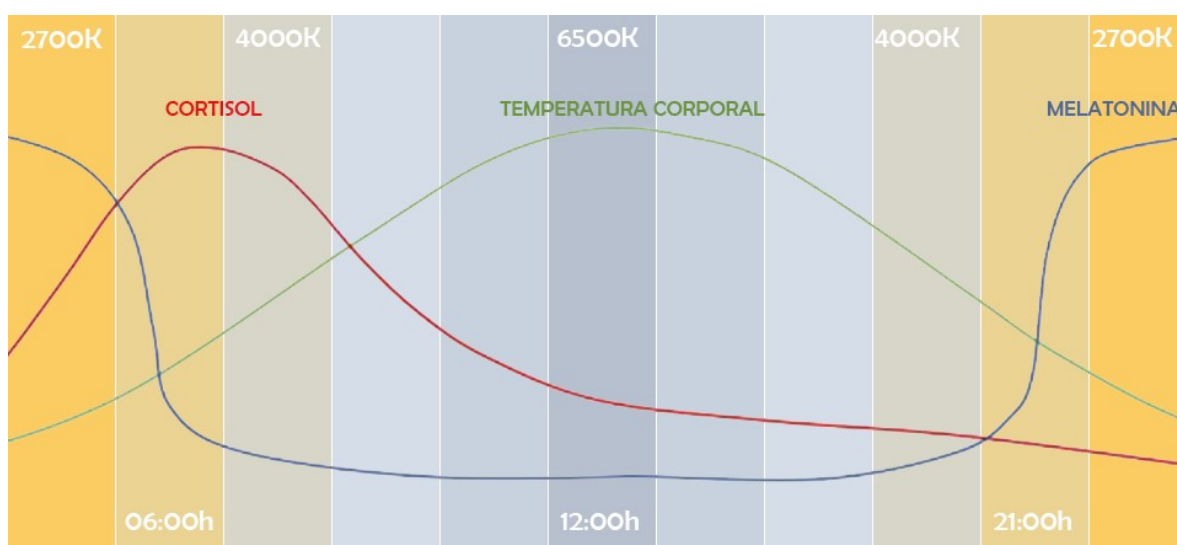
Figura 16 – Fases do ciclo circadiano



Fonte: Adaptado de Townsend (2011).

Andersen, Gochenour e Lockey (2013) também relatam que a o espectro da luz do dia presente dentro do ambiente e a relação da refletividade espectral da pintura dos elementos físicos pode refletir os comprimentos de onda para captação do olho humano, contribuindo para a regulação do ciclo circadiano. Principalmente quando possuem em suas tonalidades proporções de azul. O Gráfico 2 apresenta a produção de cortisol e melatonina durante o ciclo diário.

Gráfico 2 – Produção cortisol e melatonina x ciclo diário



Fonte: Adaptado de Townsend (2011)

A melhor configuração de luz artificial para cada etapa do dia pode variar dependendo da finalidade do espaço e da atividade que será realizada nele. No entanto, em geral, entende-se que o uso de luzes mais brancas e de temperatura de cor mais alta (azuladas), com maior intensidade de luz, durante o período diurno para promover o estado de alerta e concentração. Já durante o período noturno, é importante adotar uma iluminação mais suave e amarelada para promover a sensação de relaxamento e induzir o sono. Realizando uma transição homogênea entre esta mudança de estado diurno para noturno. Ressaltando a importância de haver a possibilidade de mais de uma configuração e regulação para a iluminação artificial nos ambientes, minimizando os impactos na produção de melatonina e no ritmo circadiano.

A norma brasileira 5413 não leva em consideração os impactos biológicos no ser humano, como a relação luz e ciclo circadiano, mas considera fatores para

iluminância adequada para tipos de atividades. No caso para atividade de escritórios corporativos são considerados 750 - 1000 - 1500 (lux), conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Fatores determinantes da iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: ABNT NBR 5.413 (1992).

O procedimento é o seguinte: a) analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1); b) somar os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal; c) usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos. (NBR 5.413, 1992)

Para cada categoria de espaço ou atividade, são estabelecidos três níveis de iluminância recomendados, sendo a escolha do valor apropriado determinada por meio da análise dos cálculos presentes na Tabela 4. A referida tabela, proporciona orientações valiosas para a adequada iluminação de diferentes ambientes, considerando suas finalidades específicas. Ao empregar o cálculo apropriado, baseado nas variáveis pertinentes e nos requisitos normativos, é possível garantir um ambiente iluminado de forma a atender às necessidades visuais dos usuários, proporcionando conforto visual, segurança e eficiência nas tarefas desempenhadas.

Na Tabela 5 é possível verificar o impacto da luz no ser humano.

Tabela 5 – Impacto da luz no ser humano

Efeito da luz	Descrição
Regulação do ciclo circadiano	A luz ajuda a regular o ritmo circadiano do corpo, que é o ciclo natural de sono-vigília do corpo. A exposição à luz ajuda a manter esse ritmo, o que pode afetar a qualidade do sono, a energia e a disposição durante o dia.
Melhoria do humor	A luz pode afetar o humor dos usuários. A exposição à luz natural pode ajudar a melhorar o humor e reduzir a ansiedade e a depressão.
Problemas oculares	A exposição prolongada à luz pode ter efeitos negativos sobre a saúde ocular, como catarata, degeneração macular e fotofobia.
Alterações no ritmo biológico	A exposição à luz pode afetar os hormônios, como a melatonina, que regulam o sono, a fome e outros processos biológicos.
Fotossensibilidade	Alguns usuários são mais sensíveis à luz do que outros e podem sofrer de fotossensibilidade, que pode causar dores de cabeça, visão embaçada, irritação ocular, náuseas e outros sintomas.
Melanoma	A exposição excessiva à luz UV pode levar ao desenvolvimento de melanoma, um tipo de câncer de pele.

Fonte: Adaptado de Townsend (2011); Monteiro, *et al.* (2020); Soares Filho (2018); Beltrami (2015).

2.4.4 Conforto térmico e acústico

As pesquisas a seguir apresentadas enfatizam a indispensável averiguação do grau de influência das variáveis ambientais no conforto e desempenho laboral ou em atividades coletivas. Observa-se um crescente aparecimento de manifestações fisiológicas, tais como cefaleia, astenia, distúrbios sensoriais, apatia intelectual, letargia, descoordenação motora e comprometimento mnemônico.

Através de um estudo randomizado controlado, Batiz *et al.* (2009) realizaram uma avaliação relacionada ao conforto térmico com o aprendizado, e a influência do processo entre temperatura operativa e conforto adaptativo na intervenção psicológica, relacionada à atenção e à memória dos seres humanos. Os testes e a eficácia da abordagem serviram para coletar informações sobre os fatores relacionados à temperatura dentro do ambiente construído, onde pudessem entender e relacionar as melhores condições de saúde, segurança, rendimento e bem-estar. Foram consideradas as normas de avaliação de conforto térmico vigentes, ISO 7730/1994 e ISO 7730/2005, que descrevem um dos procedimentos de aplicação utilizado por Batiz *et al.* (2009), embasando a escolha do método o Prognóstico do Voto Médio (PMV), onde é possível “prever a avaliação térmica do

ambiente, pelas pessoas, baseado na avaliação de seis fatores: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar, umidade relativa do ar, vestimenta e atividade” (FANGER, 1970).

O artigo de Batiz *et al.* (2009) avalia que o ambiente térmico deve estar entre 18 °C e 26 °C, considerado um valor de conforto adaptativo, onde o foco de atenção e a memória dos participantes não são prejudicados, resultando em uma média de desempenho de 70% nos testes de atenção e memória, considerado este um bom desempenho quando utilizado o método de figuras complexas de Rey. Os fatores e estímulos externos, isto é, através da psicofísica, onde os estímulos físicos e suas propriedades se relacionam aos processos sensoriais fornecidos pelo ambiente construído, fortalecem a resiliência individual, contribuem para o bem-estar físico, isto é, para o conforto adaptativo e para temperatura operativa, gerando uma solução de saúde coletiva aos usuários daquele ambiente. Conforme relata Batiz *et al.* (2009) “minimizando sintomas de manifestações fisiológicas como dor de cabeça, fadiga, alteração sensorial, depressão intelectual, indiferença, sono, descoordenação motora e perda de memória”.

No âmbito da acústica, Segundo Bachmann e Ammann (1987), os efeitos das vibrações podem classificar-se em três grupos: I) Incômodo para as pessoas; II) Mau funcionamento de equipamentos sensíveis (em hospitais, laboratórios e até em habitações); III) Danos nas edificações (em particular, nos edifícios e monumentos antigos).

Segundo Amorim (2005), nas edificações a transmissão sonora não possui a uma barreira de somente um material, o que torna ainda mais necessário o estudo dos materiais sendo utilizados em fachadas para conter a transmissão sonora. Pois a transmissão sonora pode ser contida no material principal da fachada e passar pelas frestas existentes. O isolamento acústico é um dos critérios mais importantes para a contenção do ruído e vibrações nas edificações. Significa minimizar a passagem do som, criando uma barreira para reduzir o nível do ruído transmitido de um ambiente para outro, seja interno ou externo (SCHERER, 2005). A realização de um bom isolamento acústico depende de fatores como ter conhecimento do espectro do ruído para realizar a melhor escolha do material a ser utilizado, tendo em vista os mecanismos que caracterizam esse material como rigidez, ressonância, massa e coincidência (PAIXÃO, 2002).

Existem dois tipos de transmissão de ruído. A transmissão pelo solo, como o exemplo da propagação da vibração do tráfego de veículos, onde é possível que as ondas sonoras de baixa frequência possam interagir com outros materiais e até mesmo com o corpo humano (se atingir frequência natural do corpo humano) e, assim, serem percebidas como um desconforto para o usuário. E a transmissão aérea ou ruído perceptível, a vibração de som que se propaga pelo ar, com base em Gerges (2000), “o som se propaga em forma de ondas esféricas a partir de uma fonte pontual”, de acordo com Garcia (2004) ruídos aéreos são propagados em ambientes principalmente através de sistemas de ventilação. Em uma pesquisa realizada por Raitanen (2005), cerca de 23% da população está sujeita a níveis inaceitáveis de ruído.

A concepção do que é considerado como ruído pode divergir entre indivíduos, no entanto, o organismo humano possui limites físicos para suportá-lo. A exposição excessiva a ruídos pode provocar surdez e acarretar outras enfermidades, e sua presença encontra-se intimamente correlacionada à saúde psicológica dos indivíduos. A poluição sonora é uma das problemáticas ambientais mais severas nos grandes conglomerados urbanos e representa uma ameaça constante. Dentre as variáveis, a ressonância, de acordo com Patrício (2000), causada principalmente pelo tráfego de veículos próximo às edificações, é um dos fatores mais alarmantes e recorrentes. Neste sentido, podem gerar riscos à saúde com o desenvolvimento de estresse, surdez, risco de hipertensão e infarto, perturbação do sono e do ritmo circadiano. Os efeitos do ruído em excesso também podem gerar efeitos socioculturais, estéticos e econômicos, que podem ser constatados diante da presença de poluição sonora, tais como: Isolamento social, deterioração da qualidade acústica no entorno, desvalorização do patrimônio imobiliário e danos às edificações.

Durante as entrevistas dos autores Browning e Cooper (2015, p.12), 39% sentem-se mais produtivos em um escritório privado e 36% sentem-se mais produtivos em sua mesa em plano aberto, 28% não consideram ter um conforto acústico satisfatório ou um local silencioso onde possam desempenhar uma atividade expressiva de concentração.

Os autores ainda relatam que ambientes de trabalho que possuem vista para o exterior com vegetação e ou água possuem níveis significativos de redução do estresse e a possibilidade de escutar os sons dos pássaros ou o balançar das

árvores, aumenta em 37% a recuperação psicológica BROWNING E COOPER (2015, p. 22 e 35). De acordo com Gurgel (2020, p. 89) grande parte dos edifícios corporativos mantém as janelas “seladas” para haver um maior controle sobre a eficácia do ar-condicionado e aquecedor, desta forma, prejudicando o ar interno.

Com base no estudo de Batiz *et al.* (2009), que investigou o valor de conforto adaptativo do ambiente e seus efeitos no desempenho cognitivo, concluiu-se que a temperatura do ambiente deve ficar entre 18°C e 26°C para se obter um desempenho médio de atenção e memória de 70%. Além disso, paredes e superfícies sombreadas podem ter sua temperatura reduzida em até 5°C, enquanto a evaporação da água da vegetação pode diminuir a temperatura do ar nas proximidades. Em climas frios, as árvores podem funcionar como barreiras contra os ventos. Esses elementos destacam a importância da temperatura e do ambiente natural para a saúde e bem-estar dos usuários.

No Brasil, são estabelecidos princípios e critérios de intensidade sonora para os espaços internos de edifícios, de acordo com a norma ABNT NBR 10.152. No contexto de escritórios, os níveis sonoros internos variam conforme a finalidade específica de cada ambiente: para salas de reunião, oscilam entre 35 dB(A), valor que representa a condição de conforto, e 40 dB(A), limite considerado "aceitável" em termos de nível sonoro. Em escritórios privativos e salas de videoconferência, os níveis situam-se entre 40 dB(A) e 45 dB(A). Já para escritórios compartilhados, áreas de recepção e salas de espera, os níveis variam entre 45 dB(A) e 50 dB(A). Em centrais telefônicas e corredores, os níveis oscilam entre 50 dB(A) e 55 dB(A).

Por sua vez, a norma brasileira ABNT NBR 12179, publicada em 1992, traz recomendações para o tempo de reverberação ideal em ambientes específicos, como estúdios de rádio, salas de conferência, cinemas, salas de concerto, igrejas protestantes, sinagogas, igrejas e óperas. Não contemplando ambientes de trabalho como escritório e ambientes administrativos, o que implica que tal norma não seja aplicável para avaliação desse tipo de espaço. Nesse caso, parâmetros para caracterizar o tempo de reverberação em escritórios podem ser atribuídos a partir de normas internacionais, como a norma alemã VDI 2569, intitulada "*Schallschutz und Akustische Gestaltung im Büro*" (Controle de ruído e tratamento acústico em escritórios). Publicada em 1990, essa norma recomenda um tempo de reverberação

média igual ou inferior a 0,5 segundos nas frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz (Hertz).

A famosa britânica Florence Nightingale destacou a importância de evitar barulhos desnecessários, que podem trazer malefícios tanto para a performance a curto prazo quanto para a saúde a longo prazo. A criação de paisagens sonoras, ou *soundscape*, pode ser utilizada para criar atmosferas e experiências diferenciadas por meio de estímulos sonoros do ambiente. Além disso, o som do ambiente pode até mesmo alterar a percepção do sabor, fenômeno conhecido como *Sonic seasoning*. Para Pallasmaa (2009), a audição é fundamental para a experiência e compreensão do espaço, e a ausência de barulho pode potencializar a criatividade e o cérebro. No entanto, a sobrecarga do cérebro com informações captadas e não utilizadas, mesmo que involuntariamente, pode trazer consequências negativas. Estudos como o de Ikei, Song e Miyazaki (2017) mostram que o corpo humano pode entrar em estado de estresse em resposta a sons de impacto único e pesado no chão ou paredes.

Tabela 6 – Influência do conforto no rendimento do trabalho

Variáveis ambientais	Influência no conforto e rendimento do trabalho
Temperatura	Estudo de Batiz <i>et al.</i> (2009) indica que a faixa de 18°C a 26°C é considerada confortável, com desempenho médio de 70% nos testes de atenção e memória.
Acústica	A transmissão sonora pode ser contida no material principal da fachada e passar pelas frestas existentes. O isolamento acústico é importante para minimizar a passagem do som e reduzir o nível de ruído transmitido de um ambiente para outro.
Nível sonoro e reverberação	Salas de reunião: 35 dB(A) à 40 dB(A), escritórios privativos e salas de videoconferência: 40 dB(A) à 45 dB(A), recepção e salas de espera: 45 dB(A) à 50 dB(A), centrais telefônicas e corredores: 50 dB(A) à 55 dB(A). Reverberação igual ou inferior a 0,5 segundos nas frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz (Hertz).
Transmissão de ruído e vibrações	Pode ocorrer pelo solo, como no caso da vibração do tráfego de veículos, ou pela transmissão aérea, em que o som se propaga pelo ar em forma de ondas esféricas a partir de uma fonte pontual. Podem causar incômodo para os usuários, mau funcionamento de equipamentos sensíveis e danos nas edificações.

Fonte: Adaptado de Batiz *et al.* (2009); Patrício (2000); Scherer (2005).

2.4.5 Ambiente, natureza e biofilia

De acordo com um estudo sobre design biofílico e sua relação com o ambiente corporativo aplicado em escala global pela Human Spaces (2015) conduzida por Browning e Cooper, indica que a vinculação dos ambientes de trabalho está diretamente ligada ao desempenho de seus funcionários.

Isto significa que trazer elementos que permitem a conexão direta com a natureza (como parques e lagos) ou conexões indiretas (ou seja, design de interiores que utilizam elementos naturais, cores e padrões que remetem à natureza, plantas, bem como explorar visuais para áreas verdes) para dentro de um ambiente urbanizado pode ajudar a nos recuperar mentalmente e aliviar nossas atividades do dia-a-dia, afim de manter o bem-estar positivo. (BROWNING e COOPER, 2015, p. 7)

A pesquisa de Browning e Cooper (2015) aponta que os benefícios da biofilia estão acumulando dados em um ritmo alto, os usuários em geral consideram mais atrativos, e esteticamente agradáveis, ambientes que remetem a elementos da natureza. Aplicar os conceitos para os ambientes corporativos, pode gerar espaços de trabalho de grande valência e experiências emocionais positivas. “Frequentemente não temos tempo suficiente para imergir na natureza ou apreciar os sistemas vivos que existem em todos os lugares em torno de nós, o que torna vital incorporar a natureza em nossos ambientes do dia a dia.” Browning e Cooper (2015, p.10)

De acordo com um Estudo da *Harvard School Health*, usuários que trabalham em escritórios com satisfatório e eficaz sistema de ventilação e com baixos níveis de poluentes possuem um funcionamento cognitivo com pontuações consideravelmente superiores, além de um índice baixo de desenvolvimento de problemas de saúde como fadiga, alergias e dores de cabeça e garganta, em comparação aos que utilizam ambientes fechados com climatização artificial contínua, comprovando que estes fatores estão diretamente ligadas às condições do ambiente. Complementarmente a estes dados, a pesquisa realizada pela Human Spaces (2015), revela que “pessoas que trabalham em ambientes com elementos naturais possuem um aumento de produtividade de 6%, um aumento da sensação de bem-estar de 15% e um aumento da criatividade de 15%”.

Além destes índices, de acordo com Scheer e Buijs (1999), podemos incorporar entre os distúrbios mais comuns em ambientes corporativos o da insônia,

que gera grande redução na produtividade e impacta entre de 10% a 25% da população mundial. Segundo os mesmos autores, o cortisol favorece e aprimora o sistema imune, além de segurar os níveis de produção de insulina (hormônio que digere a glicose) e pressão arterial, mas em excesso, conforme relatam Fonseca e Porto (2004), pode causar doenças como diabetes, hipertensão arterial, síndrome de Cushing, obesidade, estresse, depressão e está diretamente ligada a estados emocionais, mesmo que sob estresse a produção de cortisol aumente. O cortisol é regenerado com o sono e diminui gradativamente ao longo do dia, pode ser incrementado com a exposição à luz de espectro azul, comprimento de onda entre 400 e 450 nm, ou acima de 800 lux, prática projetual comumente abordada em ambientes corporativos para extrair máxima eficiência de funcionários.

Contudo, ficam comprovados os efeitos positivos da incorporação do design biofílico nos ambientes, porém, de acordo com De Paula, *et al.* (2019), os projetos arquitetônicos desenvolvidos atualmente possuem deficiência ou carência nos quesitos que amenizem ou solucionem os efeitos ocupacionais exercidos pelos ambientes aos seres humanos, resultando em elevados índices de insatisfação, depressão e estresse. Boubekri (2008) complementa que longos períodos sem o contato visual para o exterior influencia em desordens emocionais, mudança de humor, letargia, depressão, entre outros.

A formação das práticas sustentáveis da construção civil se outorga através da combinação formal, inovação, funcionalidade e de integridade ambiental. De acordo com Santo e Santos (2015), a transformação dos recursos naturais na construção civil deve ser desenvolvida através dos preceitos da sustentabilidade e aspectos que preservem o ciclo de vida dos materiais e sua durabilidade, respeitando a cultura da região e a inclusão social dos usuários. O elo de reverência e cortesia entre edificações, meio ambiente e ser humano é capaz de ser formado através da incorporação de conceitos como biofilia, eco arquitetura, topofilia e biomimética na formação dos espaços físicos.

O biólogo norte-americano Eward O. Wilson, em 1984, revelou que “os homens têm a tendência a ter afinidade ou outras formas de respostas positivas em relação à natureza.” Ainda, segundo Wilson, a genética do ser humano está moldada para o convívio com a natureza através dos milhares de anos de sua evolução. Esta ligação está além das sensações de relaxamento do corpo e da mente, de acordo com o biólogo este convívio é uma necessidade biológica humana.

Tamura e Krüger (2010) complementam, “a importância da incorporação de mecanismos para provimento do acesso solar em interiores ultrapassa questões projetuais, ergonômicas e estéticas, para adentrar no domínio da saúde pública.”

O conceito de biofilia remete a aproximação do ser humano com o meio ambiente, conectando-o com a natureza. Atualmente, ao pensar-se na arquitetura de um edifício deve-se ter total consciência de que cada detalhe terá um grande impacto na vida dos usuários daquele espaço, considerando-se que estes podem passar até 90% do seu dia em ambientes internos, as decisões de ventilação, insolação, *layout*, e fluxo interno podem influenciar diretamente a saúde e bem-estar do usuário. (BONI, 2018, p.6)

Kellert e Calabrese (2015) ressaltam que a implementação da biofilia deve ser incorporada nas diversas escalas da construção, do design de interiores a fachada da edificação, aos espaços urbanos, até atingir a paisagem em seu entorno emoldurando a intervenção construída com a esfera bio-regional do local.

O conceito da biofilia é relativamente simples, integrar a natureza aos seus projetos incorporando aspectos naturais aos ambientes como água, luz natural, vegetação, pedra, madeira e outros elementos que realizem a conexão do homem à natureza. Seu principal objetivo é promover bem-estar do ser humano e melhor qualidade dos ambientes. Segundo Crízel (2021) no contexto de elaboração de projetos, a humanização sempre foi considerada uma boa prática, atualmente a biofilia, assim como a biomimética, também incorporam esta boa prática.

Calabrese e Kellert (2015) especificam experiências e atributos do design biofílico e os dividem em três categorias de implantação que são denominadas conforme o grau da intensidade de sua relação com a natureza, classificadas como experiência direta, experiência indireta e a experiência do espaço/lugar, conforme Figura 17.

Figura 17 – Atributos da biofilia

		
Experiência Direta	Experiência Indireta	Experiência Espaço e lugar
• Luz • Ar • Água • Plantas • Animais • Clima • Fogo • Paisagens e ecossistemas naturais	• Imagens da natureza • Materiais naturais • Cores naturais • Simulação da luz e do ar natural • Formas da natureza • Evocar a natureza • Riqueza da informação • Idade, mudança e ação do tempo • Geometrias naturais • Biomimética	• Prospecção e refúgio • Complexidade organizada • Integração de parte para todos • Espaços de transição • Mobilidade e orientação • Vínculos culturais e ecológicos como local

Fonte: Adaptado de Kellert e Calabrese (2015).

Pode-se observar que a biofilia vai muito além da simples incorporação de vegetação ao ambiente. Elementos orgânicos, proporções, relações indiretas, dentre outras, são capazes de traduzir as experiências e atributos do design biofílico.

A ecoarquitetura assim como o ecodesign ou ecoconstrução são, segundo Johansson (2002), a preocupação com materialidade durante seu ciclo de vida, visando o consumo consciente de produtos e preocupações quanto as etapas de sua produção e distribuição, visando formas sustentáveis de implantação, com o foco na diminuição dos impactos que estes produtos e materiais geram no planeta. Paralelamente à questão sustentável, a composição estrutural e de decoração destes elementos formais naturais refletem suas propriedades para a primazia da visão e ao tato, como também de auxiliam a estimular respostas positivas às cognições dos usuários.

De acordo com Tuan (1980, p. 110), topofilia é “o elo afetivo entre a pessoa e o lugar ou ambiente físico”, em outras palavras, é o sentimento gerado entre a vinculação dos espaços e o ser humano, Tuan (1980, p.129) complementa “o meio ambiente pode não ser a causa direta da topofilia, mas fornece o estímulo sensorial que, ao agir como imagem percebida, dá forma às nossas alegrias e ideais”. Para Ecycle (2013) “o contato com o verde das árvores, com o canto dos pássaros e com o pôr do sol pode aliviar o estresse, melhorar o desempenho e o humor, amenizar e diminuir chances de desenvolvimento de doenças mentais”. Segundo Crízel (2021, p.84) a topofilia

“faz menção ao senso de lugar e explora elementos de identidade cultural [...] por meio das análises topoceptiva e da topofilia, permite que cada usuário desenvolva condicionantes quanto à percepção, sensibilidade e formação de imagens mentais, o que pode vir a ser traduzido em uma representação projetual” CRÍZEL (2021, p.84).

Outro quesito vinculado ao ambiente é a biomimética, que tem origem nas palavras gregas bio e mimesis que significam respectivamente, vida e imitação, são elementos formais que se assemelham às proporções, aspectos e cores que de alguma forma remetem aos padrões da natureza, estes elementos serão percebidos pelos usuários através de suas cognições e tendem a estimular a imaginação assim como a criatividade. Joye (1992, p. 320) cita que “A imitação dos elementos naturais na arquitetura e a concepção de ambientes que promovam o contato direto com a natureza pode ter efeitos positivos no homem e à redução do estresse”.

Na Tabela 7 está apresentado um comparativo entre os conceitos e aplicação da biomimética, biofilia, topofilia e bioarquitetura, a partir da compreensão de autores estudados.

Tabela 7 – Comparativo entre os conceitos e aplicação da biomimética, biofilia, topofilia e bioarquitetura a partir da compreensão de autores estudados.

	Biomimética	Biofilia	Topofilia	Bio arquitetura
Conceito	Inspiração nas formas da natureza nas concepções de ambientes e elementos. Ao exemplo do estilo art nouveau ou formas botânicas.	Utilização de elementos naturais como luz, plantas, pedras, fogo, vento e terra, de forma direta, indireta ou espacial.	Sentimento humano de significado e afetividade ao ter contato com a natureza.	Utilização de materiais de baixo impacto (durante todo seu ciclo de vida) para o planeta.
Benefícios	Provocam respostas comportamentais e cognitivas através do tato e do visual.	Estimular cognitivamente e emocionalmente os usuários, diminui o estresse, aumenta a criatividade e o foco.	Insights emocionais, intelectuais e prevenção de saúde.	Preservação do meio ambiente, Redução de resíduos do consumo energético.
Diferenciais	É uma estratégia indireta utilizada na biofilia.	Promove ligação emocional a partir do contato com elementos naturais como, vento, luz, odores, plantas, materiais naturais e formas.	Uma parte significativa da vida emocional do ser humano está no seu lar e nas imediações onde vive. Tuan (1980)	Sua materialidade está atrelada aos benefícios da Biofilia.

Fonte: Adaptado de Crízel (2021); Kellert e Calabrese (2015); Joye (1992).

O design biofílico busca inserir elementos naturais em projetos a fim de aproximar o homem da natureza, proporcionando melhor qualidade de vida (ECYCLE, 2013). Um ambiente onde há pouca existência de elementos da natureza pode criar um clima hostil com efeitos agressivos para a saúde dos usuários além de impactar significativamente em sua produtividade.

A interação humana com a natureza proporciona um aumento atividade parassimpática 1 , resultando em melhor função corporal e redução da atividade simpática 2 . O resultado é diminuição do estresse e irritabilidade, e a capacidade aumentada de se concentrar.(HEERWAGEN; ILOFTNESS, 2012, p.5)

Os elementos de design biofílico, topofilia, biomimética e bioarquitetura se complementam e podem ser incorporados em conjunto na construção dos lugares, são sistemas que colaborando em conjunto ou em pares, pois estão atrelados ao modo de não possuir uma individualização completa entre si, proporcionam uma edificação sustentável com efeitos positivos em relação ao seu usuário, estimulando o aumento das funções cognitivas do ser humano, reduzindo o estresse e aumentando o foco, atenção e criatividade ao exercer tarefas. Esta percepção multissensorial obtida através dos estímulos fornecidos pelos ambientes como a utilização de formas, texturas, cores, sons, odores e até mesmo através do paladar, também interfere e estimula o aprendizado e a memória, tornando o ambiente o habitat ideal para o seu principal hospedeiro, o ser humano.

A pesquisa de Browning e Cooper (2015, p.12) indica que o objetivo de incorporar a aplicação da biofilia nos ambientes é o bem-estar do trabalhador para a atividade e ampliar sua capacidade de produção e criatividade, mas deve-se atentar para as emoções positivas, de entusiasmo e motivação.

Durante as entrevistas, os autores Browning e Cooper (2015, p.12) constataram que 10% dos funcionários não possuem vista para janelas, 42% possuem plantas vivas, 58% não possuem vegetação no ambiente, 19% não possuem elementos naturais, 47% não possuem luz natural, outros 47% estão sob estresse, 67% possuem sensações de felicidade em ambientes com luz natural, 24% não possuem iluminação satisfatória para a atividade. Por outro lado, os sentimentos constatados ao entrar no ambiente de trabalho foram mais positivos em ambientes com elementos naturais, onde 15% se consideravam felizes, com sensação de bem-estar, e 32% inspirados, enquanto mais negativo em ambientes que não possuíam elementos naturais, 5% consideram-se ansiosos e 11% entediados.

Uma grande parte das pesquisas de Browning e Cooper (2015, p.20) focaram em preferências visuais, e indicam grande preferência com paisagens de savana e ou análogas à savana, de acordo com os autores.

A visualização de imagens destas paisagens desencadeia uma liberação de dopamina (ou seja, indicador de prazer) mais forte no córtex visual do cérebro humano do que cenas de paisagens artificiais sem natureza. Outras reações medidas incluem a recuperação mais rápida de grandes cirurgias e estadias mais curtas em alas de psiquiatria. Reações físicas e diretas podem ser medidas na frequência cardíaca, na pressão arterial e através dos níveis de cortisol, o hormônio do estresse. Outras respostas medidas

incluem melhor desempenho cognitivo e maior criatividade (BROWNING E COOPER, 2015, p.20)

Ainda de acordo com Browning e Cooper (2015, p.22), 88% dos usuários relatam que a contemplação e acesso imediato a elementos naturais dentro do ambiente de trabalho foram preponderantes na melhoria da sensação de bem-estar. E 75% dos usuários relata que aumentou a proximidade, empatia e conexão com os demais colegas. Existe um aumento de 6% na agilidade de processamento quando as estações de trabalho possuem visual direta para rua em sua visão periférica, segundo os autores a foco visual de distração para o exterior, e perceber um pássaro ou o movimento das árvores, resulta em um relaxamento e na sequência um aumento na atenção das tarefas, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Informações relacionando os elementos da biofilia

Fatores	Impactos
Escritórios com sistema de ventilação e baixos níveis de poluentes	Funcionamento cognitivo com pontuações consideravelmente superiores e índice baixo de problemas de saúde em comparação com ambientes fechados com climatização artificial contínua
Ambientes com elementos naturais	Aumento de produtividade de 6%, aumento da sensação de bem-estar de 15%, e aumento da criatividade de 15%
Insônia	Impacta entre 10% a 25% da população mundial e gera grande redução na produtividade
Exposição à luz de espectro azul comprimento de onda entre 400 e 450 nm ou acima de 800 lux	Incrementa a produção de cortisol e pode ser utilizado para extrair máxima eficiência de funcionários
Design biofílico	Efeitos positivos na incorporação em ambientes, porém os projetos arquitetônicos desenvolvidos atualmente possuem deficiência ou carência nos quesitos que amenizem ou solucionem os efeitos ocupacionais exercidos pelos ambientes aos seres humanos, resultando em elevados índices de insatisfação, depressão e estresse
Longos períodos sem contato visual com o exterior	Influência em desordens emocionais, mudança de humor, letargia, depressão, entre outros
Sustentabilidade na construção civil	Combinação formal, inovação, funcionalidade e de integridade ambiental, desenvolvida através dos preceitos da sustentabilidade e aspectos que preservem o ciclo de vida dos materiais e sua durabilidade, respeitando a cultura da região e a inclusão social dos usuários
Genética do ser humano e convívio com a natureza	Necessidade biológica humana o convívio com a natureza
Incorporação de mecanismos para provimento do acesso solar em interiores	Importância além de questões projetuais, ergonômicas e estéticas, para adentrar no domínio da saúde pública
Impacto dos detalhes na arquitetura do edifício	As decisões de ventilação, insolação, <i>layout</i> , e fluxo interno podem influenciar diretamente a saúde e bem-estar do usuário

Fonte: Adaptado de Browning e Cooper (2015); Crízel (2021); Ecycle (2013).

2.4.6 Ergonomia e espaços de trabalho

De acordo com Crízel (2021), as relações ergonômicas são as primeiras a serem observadas em um ambiente, por ser a relação métrica abrangente ao conhecimento comum e por possuírem uma importância e valia ao conforto básico esperado de um ambiente projetado, porém, as funções ergonômicas são uma das importantes diretrizes a serem consideradas no ato projetual. Ainda segundo Crízel (2021, p.84), existem outras condicionantes como os “campos intuitivo, gestáltico, topológico e fenomenológico [...] que possibilitam compreender que a percepção espacial programada para um dado ambiente pode vir a atender a determinadas expectativas de seus usuários”, capazes de apropriar o usuário ao lugar.

Nesse sentido, contata-se que o sentido da visão é uma poderosa ferramenta para essa análise, no entanto, outros sentidos como audição (som ambiente), olfato (odorização específica) e tato (emprego de materiais e texturas) fazem com que a construção topoceptiva acione importantes canais que também atingem as condicionantes de inteligibilidade e elo com esse espaço. A organização topoceptiva do espaço busca a geração de experiências qualificadas e positivas que transportem o usuário a uma emoção e, por consequência, a uma vivência que chegue a sua expectativa para aquele momento. (CRÍZEL, 2021, p.85)

LI *et al.* (2021) apresenta que em 54,9% do tempo acordado, os seres humanos passam em comportamentos sedentários. Os funcionários de escritório passam 65% de seus dias de trabalho sentados, o que significa ser entre 6 e 8 horas por dia em sedentarismo. Os comportamentos sedentários e as más posturas sentadas estão intimamente relacionados a distúrbios modernos do músculo-esqueléticos, como espondilose cervical, dor crônica nas costas, dores nas articulações e músculos, alinhamento inadequado da coluna e danos nos discos da coluna, e este comportamento pode ser um fator de risco para doenças cardiovasculares e diabetes.

As cinco posturas sentadas habituais citadas por LI *et al.* (2021) são sentar-se ereto, retroflexão para a frente, sentar para trás, cintura está reta para a frente e a cintura e a coxa estão em um ângulo de 30, cintura está reta para a frente e a cintura e a coxa estão em um ângulo de 45.

Michalak, Mischnat e Teismann (2014) citam que as ações motoras, mais especificamente as posturas afetam os processos emocionais dos seres humanos. De acordo com o estudo, enquanto sentado, com a postura curvada, há uma

tendência dos usuários a recordações negativas, evidenciando que mudanças na postura, ergonomicamente eretas, podem afetar positivamente o processamento emocional e a memorização.

O estudo realizado por Anderson *et al.* em 2003, pela Universidade de Utah, ao informar que é possível alcançar um aumento de produtividade de até 44% na comparação de dois usuários que realizam as mesmas tarefas usando dois monitores em vez de um. A adoção de mesas que permitem alternar entre trabalho em pé e sentado, conforme investigado por Bitter (2022), também pode trazer benefícios significativos para a saúde dos trabalhadores, reduzindo dores no pescoço e ombros. Além disso, o estudo de Bitter demonstrou um aumento no engajamento com o trabalho em equipe e no desempenho produtivo dos usuários. Esses resultados mostram que opções de ergonomia no ambiente de trabalho podem ter impactos positivos tanto na saúde dos trabalhadores quanto na qualidade do trabalho em si.

Neste sentido, Maciel e Marziale (1997), comentam que o uso de mobiliário inadequado pode impactar negativamente na postura corporal e no funcionamento de diversos sistemas do corpo humano. Com base nisso, Bitter (2022) apresenta alternativas para aprimorar a ergonomia e o posicionamento dos equipamentos de trabalho, buscando um ambiente mais saudável e confortável. A proxêmica espacial, ou seja, a sensação de que um ambiente foi projetado especificamente para as necessidades individuais, pode contribuir para uma melhor adaptação e desempenho dos usuários, especialmente aquelas que possuem necessidades específicas devido à neurodiversidade.

Maciel e Marziale (1997), citam diversas referências que aprimoram a posição ergonômica ideal para desempenhar atividades laborais em mesas de trabalho, englobam aspectos que garantem conforto, segurança e produtividade. Nesse sentido, algumas recomendações podem ser destacadas.

A primeira delas refere-se à cadeira utilizada, que deve contar com um encosto ajustável, permitindo que o indivíduo mantenha a coluna ereta e apoiada, enquanto seus pés permanecem firmes no chão ou em um apoio para os mesmos, formando um ângulo de 90 graus com as pernas.

No que se refere a mesa utilizada, é fundamental que esta possua uma altura ajustável, a fim de que a pessoa possa manter seus cotovelos apoiados sobre ela, enquanto seus antebraços se mantêm na altura da mesa. A altura adequada da

mesa é aquela que proporciona o relaxamento dos ombros e o alinhamento dos punhos.

A posição do monitor também é uma preocupação importante. O monitor deve estar posicionado à altura dos olhos, a uma distância aproximada de um braço, com a tela inclinada para evitar reflexos e cansaço visual.

Quanto à iluminação, é preciso atentar-se para que esta seja adequada, evitando o cansaço visual e o desconforto. Para tanto, é recomendável evitar a iluminação direta sobre a mesa ou o monitor, fazendo uso de cortinas ou persianas para controlar a entrada de luz natural.

Tabela 9 – Comparativo entre questões ergonômicas

Características	Importância	Problemas relacionados	Benefícios
Postura sentada	Em ambientes corporativos, passamos mais da metade do tempo sentados	Postura inadequada pode levar a problemas de saúde e afetar o processamento emocional e a memorização além de risco de doenças cardiovasculares, diabetes e distúrbios músculo-esqueléticos	Postura ereta melhora o conforto, o desempenho, a saúde emocional e cognitiva
Uso de dois monitores	Flexibilidade de uso e possibilidade para multitarefas	Aconselhável ter regulagem de altura e de inclinação para evitar reflexos e manter a postura ereta.	Aumenta a produtividade em até 44%
Mesas ajustáveis	Flexibilidade ao uso e escolha por parte do usuário	Má postura, dores musculares, lesões caso o produto não seja regulado corretamente	Pode aumentar o engajamento do trabalho em equipe, o desempenho produtivo e reduz dores no pescoço e ombros.

Fonte: Adaptado de LI *et al.* (2021); Crízel (2021); Anderson *et al.* (2003); Bitter (2022); Maciel e Marziale (1997).

Por fim, é importante destacar a relevância da movimentação para a manutenção da saúde do trabalhador. É necessário que a pessoa possa se movimentar com facilidade, levantando-se para alongar-se ou caminhar por alguns minutos a cada hora, por exemplo, a fim de evitar a fadiga e o cansaço.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos aplicados na condução desta investigação, considerando a problemática da pesquisa e o alcance dos objetivos propostos neste estudo.

A metodologia caracteriza-se como um estudo de caso, visando a promoção da inovação. Esta abordagem busca fornecer recomendações para inclusões ou modificações nas diretrizes de planejamento de projetos corporativos administrativos. Para alcançar o objetivo principal da pesquisa, foram coletadas informações através da análise de publicações por meio das seguintes palavras-chave: qualidade do espaço e comportamento, percepção humana e comportamento, neuroarquitetura e ambiente construído, arquitetura de ambientes corporativos administrativos.

Esta pesquisa, em virtude da ampla compilação de fontes já publicadas sobre o tema, não realizou medições “in-loco”. Seria redundante refazê-las ou entrar em uma nova linha de experiências. Segundo Crízel (2021, p.78) “é possível extrair mais lições de onde os processos e resultados já foram mapeados e validados do que das experiências que ainda estão em fase de adaptação”. Logo, para conceber espaços de qualidade, considerando maior grau de convivência e experiências positivas de uso, procurou-se investigar o campo cognitivo e sensorial dos usuários por meio de uma gama significativa de material e fontes confiáveis publicadas.

Segundo a ANFA (2021), a pesquisa adotou como referência os principais elementos ligados a neuroarquitetura - forma, cor, *layout*, iluminação, contato com a natureza e acústica, a partir dos seguintes comportamentos: estresse, foco e atenção. Que são a relação entre o impacto captado pela sensibilidade dos usuários e os estímulos multissensoriais fornecidos pelo ambiente.

Inicialmente, realizou-se uma investigação via revisão bibliográfica, a fim de extrair e analisar os dados e informações fundamentados no *evidence-based design* (EBD). Estes dados foram coletados através de mensurações já realizadas em ambientes que possuem algum tipo de vínculo com o objetivo, local e público desta pesquisa.

Como forma de aproximação com a realidade da pesquisa, procurou-se coletar informações dentro da mesma região climática, possuírem o mesmo uso do espaço, estarem relacionados aos contextos universais ou estarem relacionadas à

biologia do ser humano. Devido às limitações de recursos, tempo, e escopo do estudo, os vínculos culturais, educacionais e percepções individuais não foram aprofundadas ou implementadas nesta pesquisa. Esses elementos comportamentais de análise foram organizados e compilados em um diagrama relacional de variáveis servindo como bússola orientadora para a modelagem da rede bayesiana. A rede bayesiana possui a capacidade de realizar diagnósticos das formas e impactos do ambiente, apresentando uma maior precisão na formulação de respostas, com possíveis diretrizes de intervenção.

3.1 Etapas de organização do método

Visando verificar os aspectos psicológicos e comportamentais percebidos pelos usuários nos ambientes através da neuroarquitetura, o trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, com abordagem exploratória e quali-quantitativa. Adotando uma estrutura metodológica composta por quatro partes: 1- Revisão bibliográfica, elementos do ambiente construído. 2- Diagrama relacional das variáveis EBD, elementos comportamentais. 3- Estudo de caso, levantamento físico-sensorial do espaço. 4- Matriz informativa, Rede bayesiana (RB). As 4 partes da pesquisa foram definidas da seguinte forma:

Parte 1 – Revisão bibliográfica – Elementos do ambiente construído:

Através da revisão bibliográfica procurou-se definir os principais elementos físicos espaciais, como: formas, cor, *layout*, iluminação, natureza, acústica, texturas, temperatura, qualidade do ar. Foram verificados os dados das variáveis perceptivas destes elementos sobre o comportamento e reações dos usuários, considerando os seguintes aspectos: Estresse, foco e atenção.

Parte 2 – Diagrama relacional das variáveis comportamentais - EBD (evidence-based design):

Procurou-se organizar através do mapa EBD (evidence-based design) um diagrama relacional das principais variáveis comportamentais, considerando a relação entre os elementos físicos espaciais do ambiente com os sentidos humanos.

Parte 3 – Estudo de caso – Levantamento físico-sensorial do espaço:

Etapa de observação e documentação das informações relevantes sobre os aspectos relativos aos objetivos do tema. Incluindo sessões de observação do espaço construído e medições “in-loco” como: Umidade relativa do ar e temperatura (higrômetro), qualidade do ar (anemômetro), intensidade da luz (luxímetro), levantamento fotográfico e pressão sonora (decibelímetro).

Parte 4 – Matriz informativa – Rede Bayesiana:

Após a coleta de dados, a etapa 4 corresponde a análise e interpretação dos dados obtidos através da matriz informativa rede bayesiana (RB). Procurando identificar padrões, tendências e direções relevantes na forma de uso do ambiente e as reações do usuário.

Na Figura 18 estão apresentados os estágios e as etapas da aplicação metodológica.

Figura 18 – Etapas da pesquisa Científica



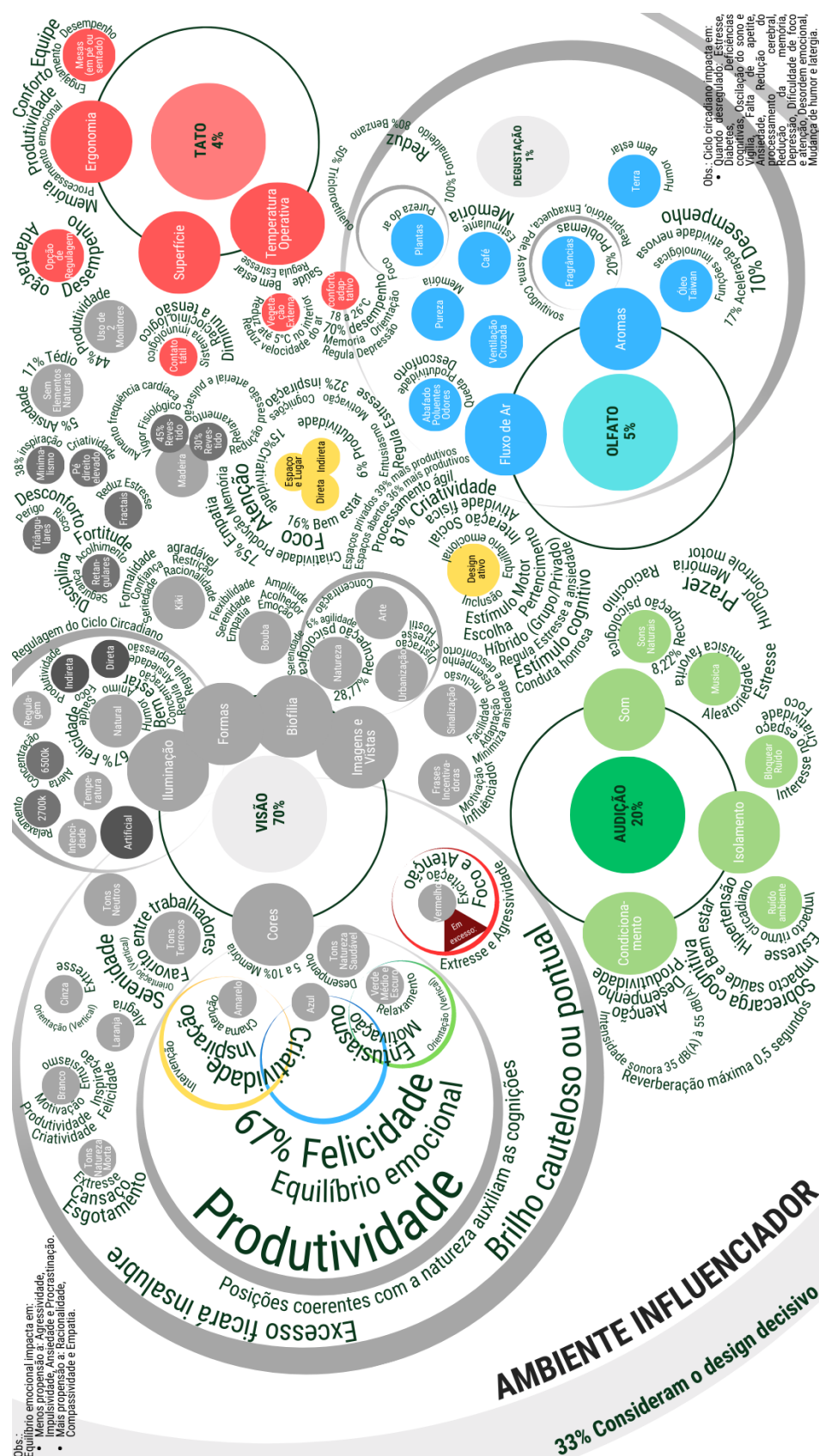
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essas 4 etapas compõem a estrutura geral do trabalho, proporcionando a compreensão abrangente dos conceitos, metodologias e resultados relacionados à avaliação sensorial e perceptiva entre usuário e ambiente, verificando o modo que os elementos arquitetônicos e climáticos presentes no ambiente afetam e direcionam o comportamento dos usuário.

3.1.1 Etapa diagrama relacional das variáveis evidence-based design - EBD

O Design Baseado em Evidência é uma abordagem que utiliza evidências científicas, feedback dos usuários e interação contínua para criar soluções de design que, de acordo com Breda (2022), possuem uma abordagem orientada por dados, centradas no usuário para embasar tomadas de decisões eficazes.

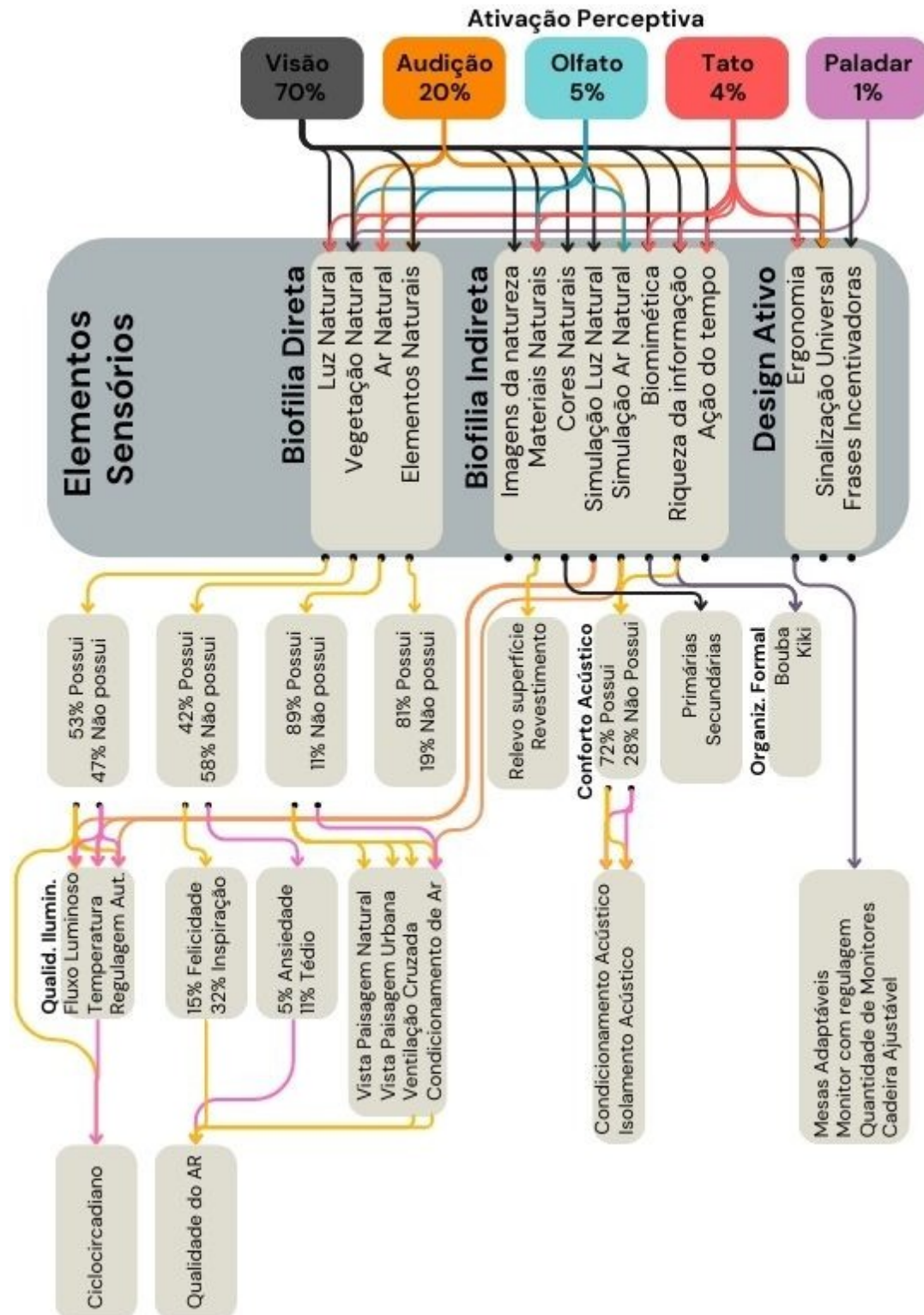
Conforme as informações coletadas pela revisão bibliográfica de fontes como Crízel (2021), Browning e Coopoe (2015), Kellert e Calabrese (2015), dados da OMS (2017), Paz (2021), Ikei, Song e Miyazaki (2017), Steinemann (2017), Batiz *et al.* (2009), Li *et al.* (2021), foram extraídos os dados relevantes sobre o impacto do ambiente na biologia e comportamento do ser humano, compilando através de um diagrama relacional EBD (Figura 19), dos principais elementos sensoriais (variáveis primárias) com o percentual de interferência na percepção do usuário e variáveis secundárias dos elementos sensoriais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As informações foram categorizadas de acordo com o nível de impacto e sua relação com os cinco sentidos humanos (HEILING, 1992): visão, audição, olfato, paladar e tato. Cada dado foi incorporado as ramificações de elementos ligados a neuroarquitetura (ANFA, 2021): forma, cor, *layout*, iluminação, contato com a natureza, acústica, formas texturas, temperatura, olfato e vinculados os impactos como estresse, foco, atenção. Levando em consideração a influência que exerce sobre esses sentidos e sua significância na percepção e na experiência do ser humano. Como exemplo, na Figura 20 está apresentada a estrutura de organização e classificação dos dados, pesos e setorização das influências e suas variáveis.

Figura 20 – Diagrama relacional das variáveis - EBD



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essa forma de classificação permite uma compreensão das interações entre os estímulos sensoriais e suas consequências para o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas. Por meio desse processo de classificação, buscou-se estabelecer

uma base para a implementação de possíveis intervenções, qualificando a experiência do usuário com o ambiente estudado.

3.2 Rede bayesiana (RB)

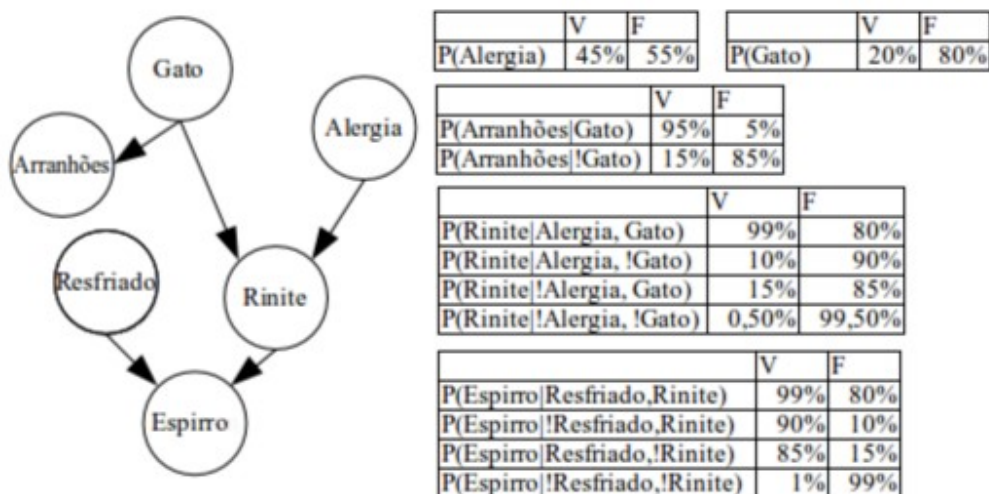
Para realizar a formação de pesos e influências de cada item compilado no diagrama e fluxograma das variáveis, Mislevy, Almond e Lukas (2003), sugerem o raciocínio probabilístico, sendo uma forma de tomar decisões baseada em probabilidades e incertezas. Em vez de lidar com certezas absolutas, como no raciocínio lógico clássico, o raciocínio probabilístico lida com graus de probabilidade. Onde cada possível resultado é atribuído a uma probabilidade específica de ocorrer, estas probabilidades e variáveis foram extraídas da revisão bibliográfica, organizadas no mapa EBD e são a base da estrutura do método Redes Bayesianas (RB).

Redes Bayesianas (RB) são relações matemáticas que geram modelos probabilísticos sobre problemas que abrangem dados incertos e imprecisos. Segundo Russell e Norvig (1995), a RB permite representar a dependência entre variáveis aleatórias e com diferentes estados e “são uma forma compacta de representar a distribuição de probabilidade conjunta”.

Segundo Millán *et al.* (2010), cada dado gera um impacto na probabilidade da rede através de predição e diagnóstico, aplicando dados e observando seu comportamento no caso da predição ou aplicando o dado na variável influenciada e observando qual variável exerceu influência sobre esta.

Como exemplo, Millán *et al.* (2010) demonstram o funcionamento de uma Rede Bayesiana sobre a influência da rinite e resfriado sobre os espirros no ser humano. Relacionando os quesitos sobre presença de gatos no ambiente, indicando uma possível alergia ao mamífero que está influenciando diretamente o ambiente. Conforme a Tabela 10, as probabilidades demonstram para cada nodo da rede as chances de cada evento ocorrer.

Tabela 10 – Exemplo de uma rede bayesiana.



Fonte: millán *et al.* (2010, p. 5).

Em aplicação a esta pesquisa, a RB utilizará os dados do diagrama relacional das variáveis - EBD para formar um modelo probabilístico, modelada no software Nética, foram relacionados os dados e variáveis, a fim de realizar um diagnóstico do ambiente de estudo de caso.

3.2.1 Etapa rede bayesiana

O ponto de partida para a utilização da rede bayesiana foi o mapeamento dos principais elementos físicos sensórios ligados aos sentidos, percepções e variáveis influenciadoras para o usuário. O diagrama das variáveis EBD representa uma síntese estruturada das informações coletadas, onde cada elemento físico sensório está interligado de acordo com sua relevância e relação causal, com embasamento em conhecimento científico presente nos autores Crízel (2021), Browning e Coopoe (2015), Kellert e Calabrese (2015), OMS (2017), Paz (2021), Ikei, Song e Miyazaki (2017), Steinemann (2017), Batiz *et al.* (2009), LI *et al.* (2021), definindo como as diferentes variáveis influenciam umas às outras. O diagrama relacional das variáveis – EBD serve como alicerce para a construção e análise da rede bayesiana, realizando a relação entre as variáveis independentes entre si ou as dependências diretas ou indiretas, atribuindo probabilidades às variáveis de acordo com os dados e normas existentes. Formando uma ferramenta que permitirá melhor compreender as interdependências associadas aos diferentes fatores e variáveis envolvidos.

Na elaboração da rede bayesiana (RB) encontram-se os principais tópicos e impactos dos elementos que permeiam a neuroarquitetura. A partir desse ponto, desdobram-se as ramificações das variáveis influenciadoras, estabelecendo uma interconexão por meio da probabilidade condicional. Conforme definido por Triola (2017), a probabilidade condicional é empregada quando o cálculo probabilístico é realizado com o conhecimento prévio da ocorrência de outro evento. Nesse contexto, os dados extraídos da revisão bibliográfica, demonstrados no diagrama relacional das variáveis - EBD, fornecem subsídios essenciais para abastecer a RB, cuja amplitude e abrangência são interpretadas por meio de cálculos matemáticos relacionados à regra da multiplicação vinculada à probabilidade condicional entre os dados, que Triola (2017, p.199) salienta que são “probabilidade de um evento ocorrer quando temos a informação adicional de que algum outro evento já ocorreu”, esta representada pela fórmula “a” da Figura 21.

Demais fórmulas que complementam os dados empíricos representados no fluxograma e diagrama EBD, embasam a interligação entre as demais variáveis a probabilidade condicional.

A Técnica dos percentis, que de acordo com Triola (2017, p.143), “são medidas de localização, denotados por P_1 , P_2 , ..., P_{99} , que dividem um conjunto de dados em 100 grupos com cerca de 10% dos valores em cada um deles”, está representada pela fórmula “b” da Figura 21.

Segundo Triola (2017, p.147), “Assim como há 99 percentis que dividem os dados em 100 grupos, há três quartis que dividem os dados em quatro grupos”. Quartis e o resumo dos cinco números, estão representados pela fórmula “c” da Figura 21, “para um conjunto de dados, o resumo dos cinco números consiste nos seguintes cinco valores: Mínimo, Primeiro quartil Q_1 , Segundo quartil, Q_2 (mesmo que a mediana), Terceiro quartil Q_3 e Máximo”.

Valores de referência de pressão sonora para ambientes internos de acordo com a NBR 10152 e finalidades de uso da edificação, representados no item “d” da Figura 21.

Para seleção da iluminância adequada no ambiente foram considerados os parâmetros da NBR 5413, representados pela fórmula “e” da Figura 21.

Figura 21 – Fórmulas e normas aplicadas a RB (rede bayesiana)

- (a)

Probabilidade Condicional:
Triola (2017, p.199)

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$
- (b)

Percentis:
Triola (2017, p.143)

$$\text{Percentil do valor } x = \frac{\text{número de valores menores do que } x}{\text{número total de valores}} \cdot 100$$
- (c)

Quartis e resumo dos 5:
Triola (2017, p.147)

Amplitude interquartil (AIQ) = $Q_3 - Q_1$

Semi-amplitude interquartil = $\frac{Q_3 - Q_1}{2}$

Centro dos quartis = $\frac{Q_3 + Q_1}{2}$

Amplitude dos percentis 10–90 = $P_{90} - P_{10}$

- (d)

Níveis de pressão sonora:
NBR 10152 (2017, p.13)

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RLAeq (dB)	RLASmax (dB)	RLNC
Salas de videoconferência	40	45	35
Escritórios			
Centrais de telefonia (call centers)	50	55	45
Circulações	50	55	45
Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.)	40	45	35
Escritórios coletivos (open plan)	45	50	40
Recepções	45	50	40
Salas de espera	45	50	40
Salas de reunião	35	40	30

- (e)

Fatores de iluminância:
NBR 5413 (1992, p.2)

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

a) analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1);
b) somar os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal;
c) usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos.

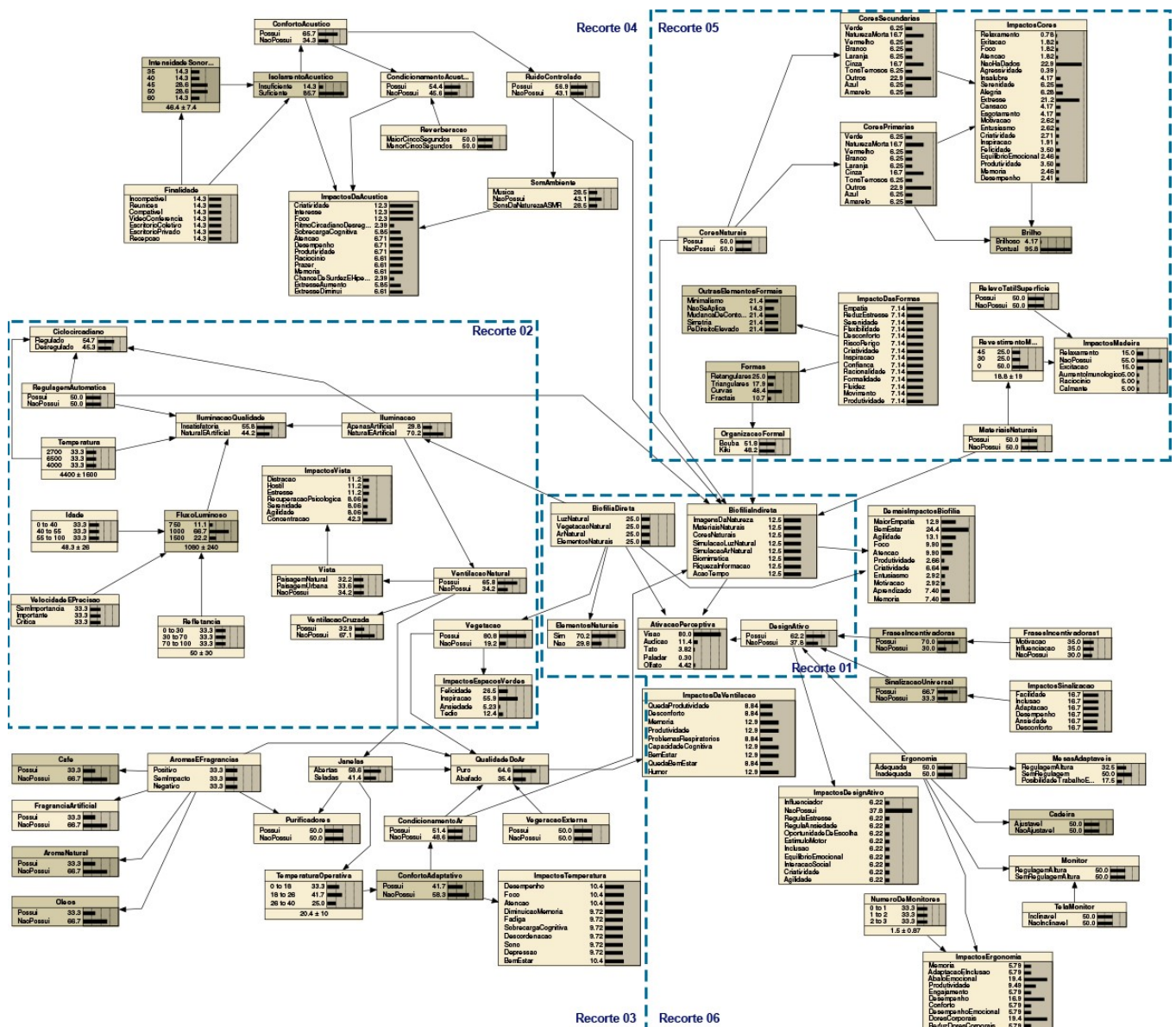
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As relações matemáticas foram realizadas através do software Nética, da empresa Norsys. Dessa forma, obtém-se a probabilidade resultante, considerando-se a informação adicional de que algum outro evento já tenha ocorrido, conferindo à análise uma perspectiva abrangente.

Todos os parâmetros e ramificações estão relacionados através da regra da multiplicação relacionada à probabilidade condicional que, conforme elucidado por Triola (2017, p. 187), “é chamada regra da multiplicação porque envolve a multiplicação da probabilidade do evento “A” pela probabilidade do evento “B””.

Logo, a abordagem aplicada a esta pesquisa considera a constante multiplicação dos dados fornecidos por pesquisas anteriores para ajustar os pesos de influência dos elementos, visando distribuir as chances de o evento ocorrer em relação a um total de 100%.

Tabela 11 – Rede Bayesiana



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

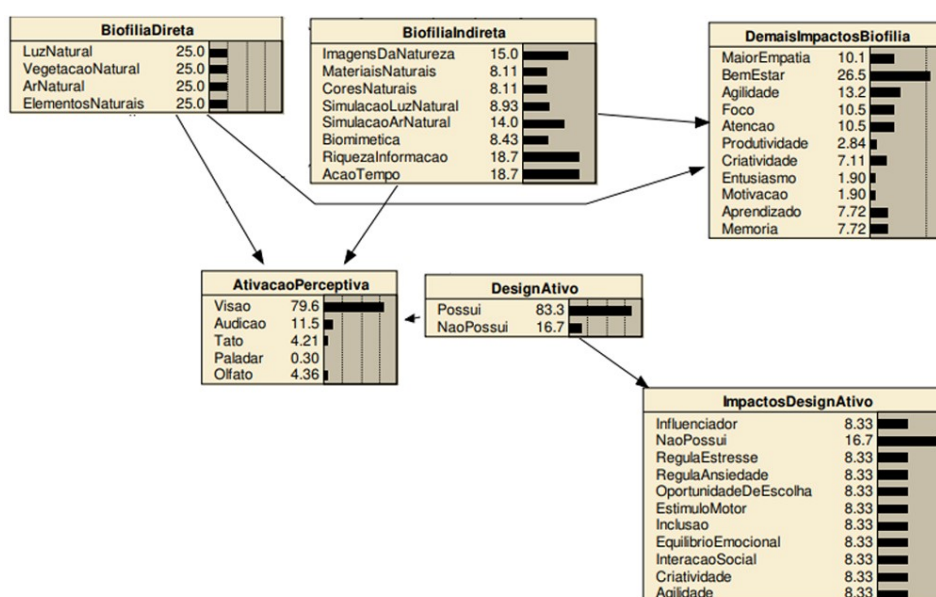
Na fase inicial da modelagem da rede bayesiana (RB), Encontraram-se os elementos-chave, derivados dos autores Heiling (1992), Kellert e Calabrese (2015) e Crízel (2021), que forneceram informações para a construção da RB e direcionaram a análise dos impactos da neuroarquitetura de forma abrangente e embasada.

Essa distribuição de probabilidades levou em consideração as diferentes combinações e possibilidades de elementos da neuroarquitetura presentes nos ambientes, refletindo uma abordagem fundamentada para avaliar a probabilidade de ocorrência dos itens constantes no fluxograma e diagrama EBD, que de acordo com as características e configurações particulares dos ambientes possuem influência sobre o usuário.

Segundo Heilig (1992), as proporções relacionadas aos aspectos perceptivos do ser humano podem ser categorizadas da seguinte forma: 70% por intermédio da visão, 20% por meio da audição, 5% por via do olfato, 4% através do tato e 1% relacionado ao paladar. Nessa RB, essas proporções são designadas como "ativação perceptiva". Estes foram influenciados por outras três ramificações principais: design ativo, biofilia direta e biofilia indireta.

Os ponderamentos foram alocados nos percentuais estabelecidos por Heilig (1992), entretanto, reconhece-se que as influências não se manifestam de forma homogênea para todas as variáveis em questão. Consequentemente, os valores foram ajustados com base na regra dos percentis.

Tabela 12 – Recorte 01 - RB - Ativação perceptiva



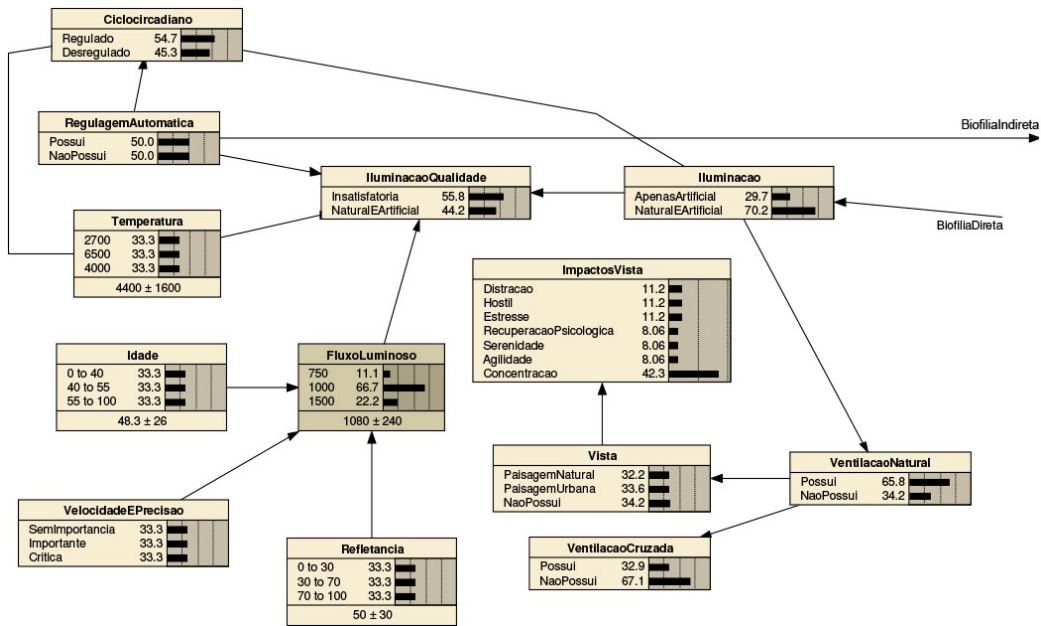
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As influências foram abastecidas com os dados base do fluxograma e diagrama EBD. Através do cálculo de probabilidade condicional a resultante mostra as probabilidades de os eventos ocorrerem e quais são os impactos destes no usuário.

O tipo de iluminação, seja ela natural, direta ou indireta, proveniente de fontes naturais ou artificiais, constitui uma vertente da biofilia direta, cujo impacto reverbera sobre a ventilação natural. A presença de luz natural no ambiente pressupõe a existência de janelas, cuja influência é notável no impacto visual do ambiente para exterior da edificação.

A qualidade da iluminação se estabelece como resultado da combinação de variáveis inerentes à iluminação natural e artificial, incluindo o fluxo luminoso incidente, a temperatura e sua regulação. Esses fatores, além de exercerem influência na biofilia indireta ao simular a luz natural, têm um papel relevante na regulação do ciclo circadiano do usuário (Tabela 13).

Tabela 13 – Recorte 02 - RB - Iluminação natural e artificial

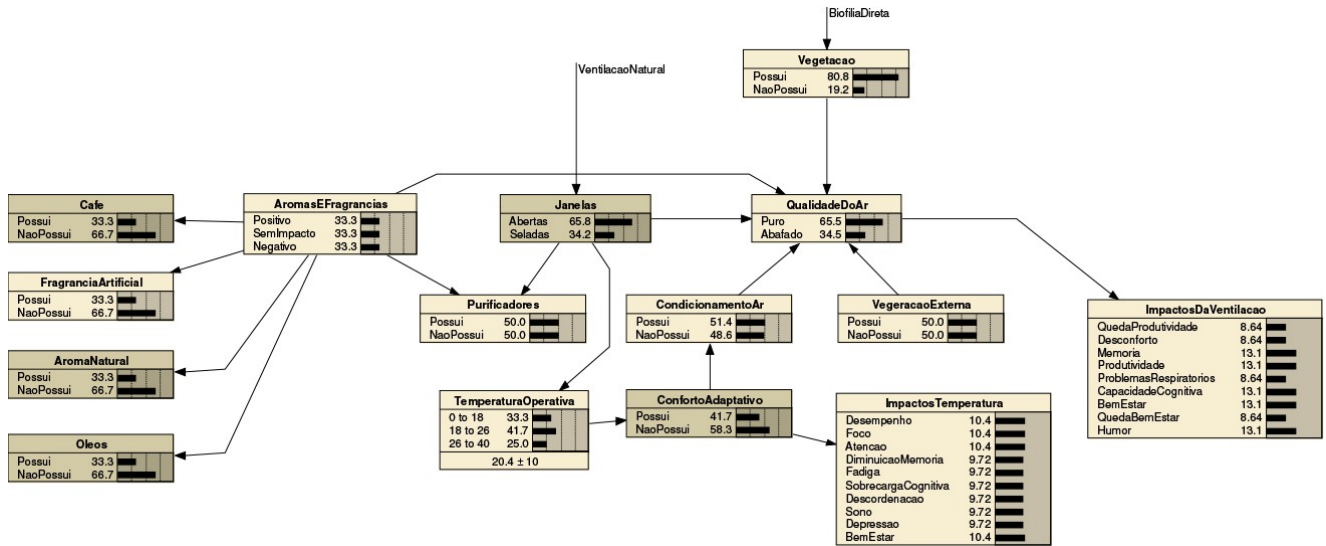


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A qualidade do ar do ambiente é influenciada por variáveis, tais quais a presença da vegetação natural, que configura uma distinta vertente secundária da biofilia direta, bem como pela existência de ventilação natural no espaço em questão. Acrescenta influência à qualidade do ar, o condicionamento de ar, fruto do equilíbrio entre o conforto adaptativo e a temperatura operativa.

Outro aspecto influente a qualidade do ar são os aromas e fragrâncias no ambiente, cuja presença ou ausência pode ressoar no equilíbrio ou desequilíbrio. Ademais, a existência ou falta de vegetação externa, esculpida como parte integral desse cenário, moldam-se na resultante qualidade do ar (Tabela 14).

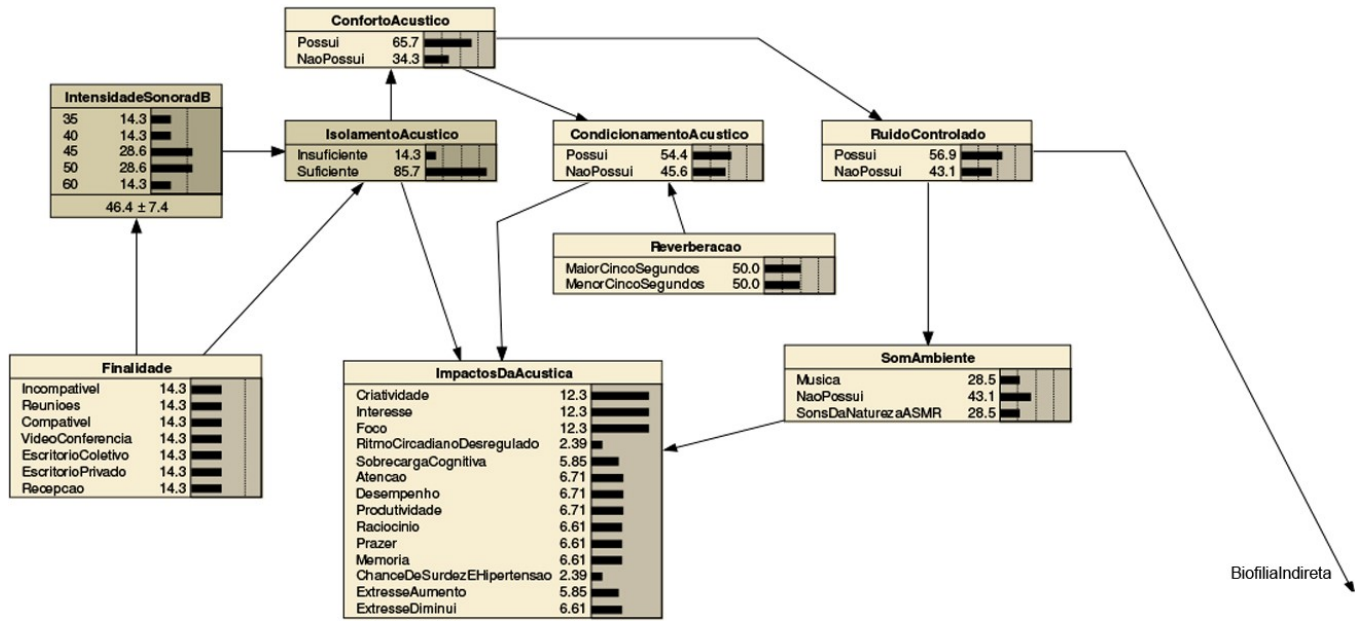
Tabela 14 – Recorte 03 – RB – Qualidade do ar



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Influente secundária para a biofilia indireta tem-se o conforto acústico e o ruído controlado. Resultado do tempo de reverberação do ambiente, o condicionamento acústico somado ao isolamento acústico, que é influenciado pelas variáveis de pressão sonora, e para a finalidade de uso que se aplica ao ambiente, tem-se a resultante denominada conforto acústico (Tabela 15).

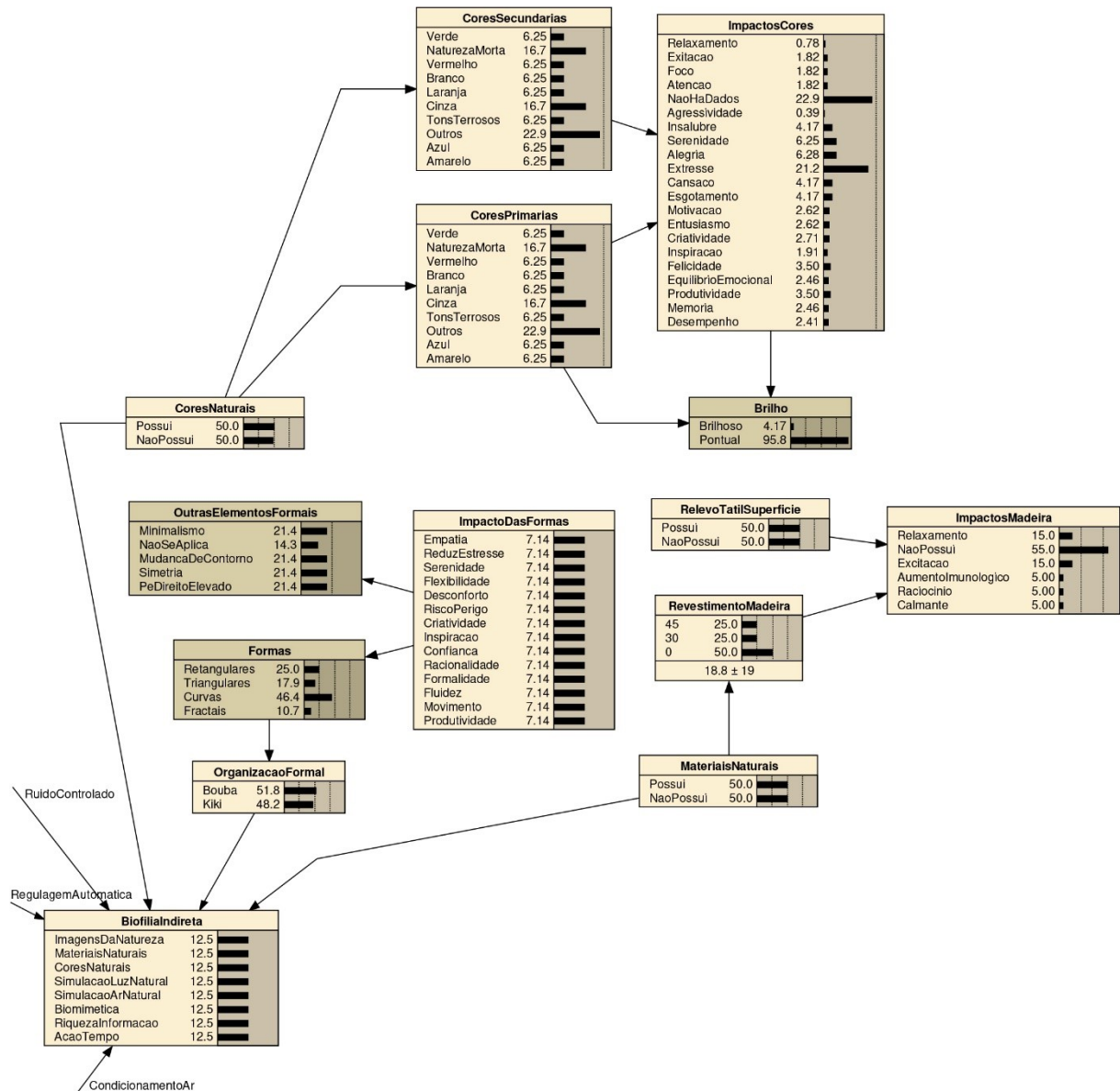
Tabela 15 – Recorte 04 – RB – Conforto acústico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Realizando influência sobre a biofilia indireta possui-se além do condicionamento de ar, regulação automática da iluminação e o ruído controlado, citados anteriormente. A organização formal, o uso das cores e materiais naturais (Tabela 16).

Tabela 16 – Recorte 05 – RB – Formas, cores e texturas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

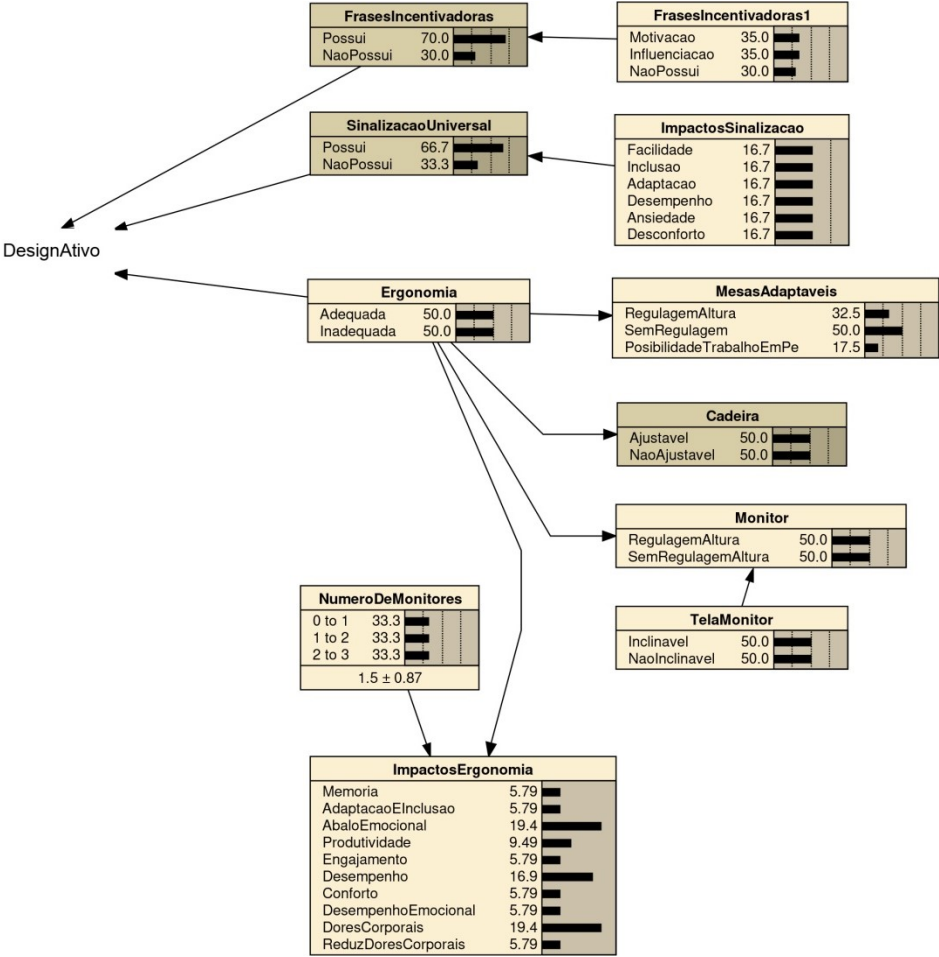
A denominada organização formal, perfaz relação com os tipos das formas, entre linhas retas, curvas, triângulos, fractais e aplicações como altura do pé direito, uso ou não de simetria, mudanças bruscas ou suaves nos contornos da leitura do ambiente e estilo apropriado ao ambiente.

O uso das cores está relacionado ao impacto biológico das cores utilizadas no ambiente, suas proporções e o acabamento da superfície.

E a utilização de materiais naturais relacionada a quantidade implantada no ambiente e o acabamento de sua superfície, possuindo textura ou não.

As variáveis relacionadas ao design ativo (Tabela 17) são a ergonomia, a utilização de frases ou palavras incentivadoras no ambiente e a sinalização universal disponível no ambiente.

Tabela 17 – Recorte 06 – RB – Design ativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os impactos da ergonomia estão relacionados em adequada ou inadequada, suas variáveis estão relacionadas na possibilidade ou não de ajustes e regulagem dos móveis e equipamentos: Mesas, cadeiras e monitores.

As tabelas preenchidas com os parâmetros das variáveis de abastecimento ao software Nética, juntamente com o detalhamento podem ser acompanhadas no **Apêndice A**.

3.3 Estudo de caso

Formado o embasamento dos pesos das influências, dos itens a serem aplicados no projeto de neuroarquitetura, será apresentado um estudo de caso de um projeto arquitetônico para um espaço corporativo administrativo, neste capítulo.

A determinação de um estudo de caso está relacionada a três justificativas sugeridas por Yin (2017): Quando se tratar de um caso decisivo, longitudinal e revelador.

Neste sentido, a revisão bibliográfica foi a base das informações de um modelo teórico, enquanto o estudo de caso elucidará sobre a aplicabilidade deste modelo. Também, é considerado um caso longitudinal, uma vez que abrangerá análises comparativas do raciocínio pré e pós-decisões de projeto, uma vez que a pesquisa abrangeu a realização de um levantamento físico de um espaço já ocupado por atividades administrativas de uma empresa, bem como a condução de medições relacionadas à qualidade do ar, temperatura ambiente, intensidade e temperatura da iluminação, nível de ruído ambiental e ergonomia dos móveis existentes. Seguindo de uma avaliação de como essas medidas impactam a biologia e o comportamento dos usuários através dos resultados obtidos pelo diagnóstico RB (rede bayesiana).

No contexto da aplicação desta pesquisa, pretendeu-se oferecer, através de mecanismos ligados a neuroarquitetura, alternativas para adoção de possíveis diretrizes, qualificando as atividades realizadas e ampliando a satisfação dos usuários com o uso do espaço. Também almejou-se qualificar a elaboração de projetos corporativos administrativos, demonstrando, testando, otimizando, em condições reais de uso, a eficácia de suas soluções antes que estas sejam introduzidas ao mercado.

Com o objetivo de verificar as percepções e aspectos comportamentais dos usuários, foi realizado o levantamento físico do ambiente construído com uso de trenas, fotografias e medições de qualidade do ar, temperatura do ambiente, fluxo de iluminação e ergonomia de mobiliários e equipamentos.

Localizada na cidade de São Leopoldo no sul do Brasil, na região do Vale dos Sinos, situada no terceiro andar, lado leste do prédio localizado, no parque tecnológico da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). O estudo de caso referiu-se a um ambiente de caráter administrativo, com 53,2 m² de área útil,

medindo 5,12 metros por 9,60 metros, e uma sacada medindo 5,26 metros por 1,30 metros. Considerando a planta baixa retangular, onde a face menor está posicionada para o exterior, a situação pode ser considerada infavorável à iluminação natural, havendo menos possibilidades de divisão do espaço sem prejudicar este quesito. Com sua orientação solar leste, a sala recebe maior incidência solar durante o período da manhã, sendo ocupada por até 12 funcionários (Figura 22).

Figura 22 – Fachada principal da edificação do estudo de caso



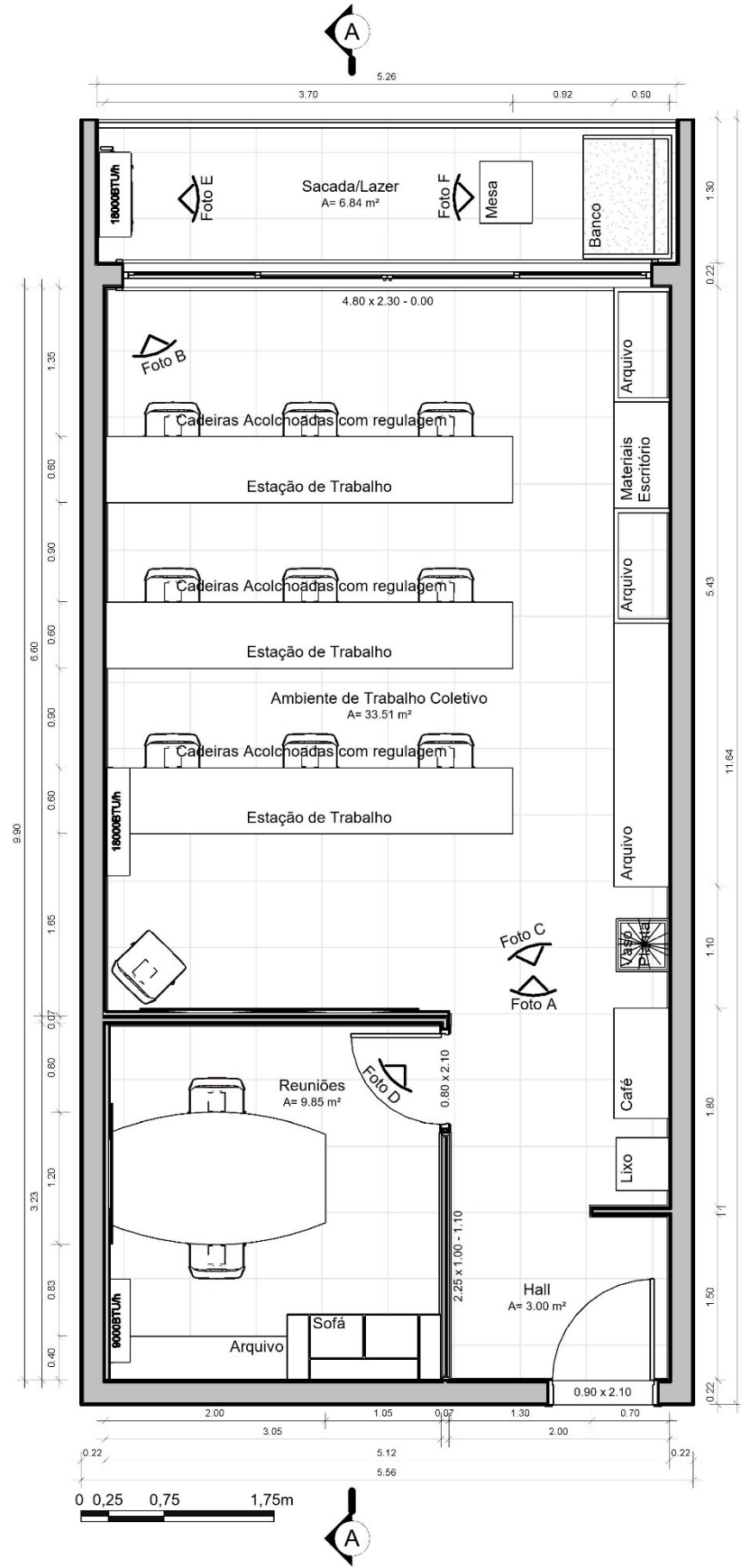
Fonte: Registro do autor (2024).

Figura 23 – Vista geral do ambiente do estudo de caso



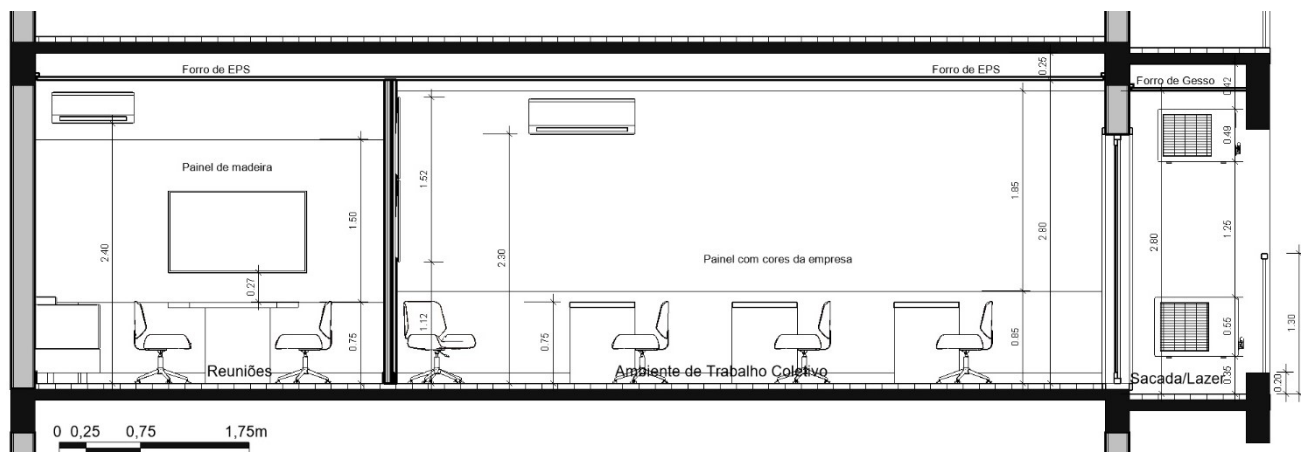
Fonte: Registro do autor (2024).

Figura 24 – Planta baixa levantamento do ambiente



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 25 – Corte A.A levantamento do ambiente



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A escolha deste ambiente deveu-se à sua localização estratégica, à proximidade com a natureza, à mínima interferência das construções vizinhas, e à edificação possuir uma infraestrutura com acessibilidade universal. Além disso, foi considerado o fato de já haver uma pós-ocupação para avaliação do desempenho em uso do ambiente, o interesse dos ocupantes em contribuir com a pesquisa, assim como sua proximidade com a universidade, facilitando o acesso aos equipamentos disponíveis para o programa de pós-graduação.

A empresa caracteriza-se de grande porte com aproximadamente 500 funcionários, o ambiente analisado é de uma unidade com 20 funcionários. O programa de necessidades desta unidade contempla: 1 recepção, 1 sala de reuniões, 9 estações de trabalho individuais e 3 em grupo, 2 armários de armazenamento, 1 copa, os banheiros estão vinculados a unidade condominial que também contempla espaço para refeições. De acordo com a pesquisa da CBRE em 2021, o programa de necessidades do estudo de caso contempla o modelo de escritórios administrativos. Os espaços se dividem em 40% para trabalho individual, 40% para trabalho em equipe, 8% suporte e 12% lazer. As proporções das áreas estão relacionadas com o sistema de trabalho híbrido que a empresa se propõe, com a flexibilidade de trabalho home office e presencial.

Para implantação do estudo de caso foram adotada as cinco etapas: 1- levantamento físico da empresa, com o uso de trenas e fotografias. 2 - análise da empresa, quantidade de funcionários, método de trabalho. 3- Medições “in-loco”, com o uso de equipamentos como: Higrômetro para verificar a umidade relativa do ar e temperatura, anemômetro para verificar a qualidade do ar, luxímetro para

verificar a intensidade da luz e decibelímetro para verificar a pressão sonora. 4- análise do levantamento e abastecimento da matriz informativa (rede bayesiana). 5- Propor possíveis recomendações para o projeto arquitetônico do ambiente.

3.3.1 Etapas do estudo de caso

Etapa 1 – ESTUDO DE CASO – LEVANTAMENTO FÍSICO DO AMBIENTE O levantamento das medições físicas do ambiente da empresa, tiveram os seguintes equipamentos de auxílio: trena a laser bosch glm 30, câmera fotográfica de 48mpx (megapixel), termo-higrômetro digital FE-PRO-MUT600S, anemômetro digital Minipa MDA-01, luxímetro Minipa MLM-1011 e decibelímetro Minipa MSL-1325A. Foram registradas as dimensões do recinto, tipos e posicionamento dos mobiliários e equipamentos, particularidades físicas e funcionais como: locais de fluxo e permanência, cores materialidade e texturas do ambiente (paredes, piso, forro e mobiliário), tipos de iluminação e posicionamento das luminárias. Os levantamentos foram organizados em uma sequência de desenhos técnicos: planta baixa mobiliada, planta de percurso e fluxo de permanência, paleta de cores, perspectiva isométrica de materialidades e texturas, planta de forro, corte do ambiente e indicação dos pontos de medição.

Etapa 2 - ESTUDO DE CASO – PERÍODO E EQUIPAMENTOS

PERÍODOS:

As medições foram realizadas durante o equinócio da primavera em dois horários distintos, no início da manhã, entre 9 e 10 horas, e a tarde, entre 15 e 16 horas. Buscou-se esses horários nos dois turnos, devido à plena atividade dos funcionários em suas atividades de trabalho, caracterizados por tarefas individuais, reuniões, telefonemas e discussões.

EQUIPAMENTOS:

1- Higrômetro: para aferir a umidade relativa e a temperatura: A escolha das áreas representativas do ambiente, locais onde não haja correntes de ar diretas, locais próximos a dispositivos de refrigeração e locais próximos às janelas. Foi aguardado o tempo de estabilização do equipamento sugerido pelo fabricante, realizada a medição, anotada a leitura e o posicionamento do local em planta baixa e realizada nova medição para confirmação do resultado.

2- Anemômetro: para analisar a velocidade e deslocamento do ar. O posicionamento do anemômetro no ambiente se deu evitando áreas com obstruções significativas, como paredes, grandes objetos ou vegetação densa, onde poderiam alterar o fluxo de ar e com isso afetar as medições. O equipamento foi mantido na posição vertical, com o sensor de velocidade do ar voltado para o potencial fluxo de ar e em altura de 1,5 metros. As medições foram anotadas juntamente com a hora e local.

3- Luxímetro: para decifrar a intensidade da luz. A escolha dos locais representativos para medir a intensidade da luz foram as superfícies de trabalho, evitando áreas onde a luz direta do sol incidisse diretamente no sensor do luxímetro, para não distorcer as medições. O aparelho foi mantido em uma posição estável e horizontal, com o sensor de luz voltado para a fonte de luz, mantendo o sensor de luz limpo e livre de sujeira para evitar qualquer interferência nas medições. Registrada a leitura do equipamento juntamente com a hora e local.

4- Decibelímetro: para sondar a pressão sonora. O posicionamento foi escolhido em locais centrais do ambiente, certificando-se de não estar muito próximos de fontes de ruído ou objetos que possam refletir ou amplificar o som. A medição foi realizada em uma posição estável e segura, com o microfone voltado para a fonte de ruído, mantendo o microfone a uma altura de 1,5 metros, altura aproximada do nível dos ouvidos dos usuários sentados, para obter medições mais relevantes para a experiência auditiva do uso do local.

Cada medição procedeu-se com a anotação da medição, o horário e o posicionamento do equipamento no ambiente. Foram certificados que os equipamentos estavam em boas condições de funcionamento, os níveis de baterias ou a fonte de alimentação, que os dispositivos estavam calibrados de acordo com as instruções do fabricante e limpos para garantir que não haja obstruções que possam afetar as futuras medições.

Etapa 3 - ESTUDO DE CASO – Análise e Abastecimento da Matriz Informativa: Na terceira etapa, as medições foram analisadas e introduzidas na matriz informativa.

A estrutura de rede bayesiana foi alimentada com os indicadores previamente coletados no ambiente físico, visando uma análise dos efeitos do ambiente sobre o usuário.

Através da integração dos dados coletados com as probabilidades e relações condicionais estabelecidas na rede bayesiana, foi possível obter uma compreensão dos efeitos potenciais no contexto analisado. Essa abordagem permitiu identificar quais fatores têm maior influência no comportamento e bem-estar dos usuários, direcionando às possíveis recomendações de projeto e à implementação de boas práticas, alinhadas às necessidades biológicas dos usuários através de um diagnóstico do ambiente físico, utilizando probabilidade condicional de dados e elementos da neuroarquitetura.

Etapas 4 - ESTUDO DE CASO – RECOMENDAÇÕES PARA NOVAS PRÁTICAS DE PROJETO ARQUITETÔNICO: A última etapa do estudo de caso é dedicada às "Recomendações para Novas Práticas de Projeto Arquitetônico", apresentando uma abordagem por meio de quadros e tabelas comparativas entre o dado coletado e os pontos-chave identificados durante a pesquisa.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O capítulo dedicado ao levantamento e medições do espaço físico do ambiente (Etapa 1) transcorre a infraestrutura arquitetônica subjacente ao estudo. O processo envolveu uma análise dos elementos espaciais, destacando pontos como iluminação, acústica, temperatura e disposição do mobiliário. A apresentação desses dados foi realizada de maneira estruturada, empregando plantas baixas, esquemas e diagramas para visualizar a distribuição física dos componentes de análise.

4.1 Descrição do objeto de análise - Contexto

O estudo de caso localizou-se no campus Unisinos em São Leopoldo, região metropolitana de Porto Alegre, especificamente em uma sala comercial com orientação solar predominantemente leste. A análise iniciou-se pela observação do ambiente externo da edificação (Figura 26). A chegada ao prédio é conduzida por uma via particular da Universidade do Vale dos Sinos, apresentando um fluxo moderado de veículos leves e uma circulação reduzida de veículos pesados, o que contribui para um entorno caracterizado por baixa produção de ruído.

As vistas das salas da edificação se estendem tanto para a parte frontal, voltada para o oeste, quanto para os fundos, orientada para o leste. Nestas direções, não há obstrução da vista da linha do horizonte, proporcionando um visual amplo e sem interferências significativas. As aberturas direcionadas para os pontos cardeais norte e sul são designadas para uso comum, representando acessos e áreas de circulação.

Figura 26 – Planta de situação



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A orientação leste da sala comercial (Figura 27 e 28), objeto do estudo de caso, possui insolação direta no período da manhã. Ao longo do dia a recebe luz natural indireta.

A sala selecionada para o estudo de caso está posicionada no terceiro andar. A edificação de 4.886 m², conta com 50 módulos corporativos, com dois elevadores de transporte com capacidade para 10 passageiros cada e uma escada enclausurada com sinalizações e equipamentos de prevenção contra incêndios. Os banheiros são de uso coletivo e estão posicionados em frente aos elevadores, no início do corredor ao extremo sul da edificação e o espaço para refeições coletivas está localizada no sexto andar do prédio.

Figura 27 – Planta baixa técnica (localização da sala de estudo de caso)



Fonte: Planta baixa pavimento tipo adaptado documento gráfico da construtora JBA
Incorporadora - Ltda

Figura 28 – Corte esquemático (localização da sala de estudo de caso)



Fonte: Corte longitudinal adaptado documento gráfico da construtora JBA Incorporadora -
Ltda

Figura 29 – Corredor de acesso



Fonte: Registro do autor (2024).

A medição das dimensões físicas do ambiente procedeu-se com uma trena a laser bosch glm 30, e as fotos foram registradas com a câmera fotográfica de qualidade de 48 megapixel. Para modelagem gráfica das plantas baixas, cortes e volumes, utilizou-se o software Autodesk Revit 2024. Para tabelas e gráficos dos dados registrados utilizou-se o programa Microsoft Excel. Vale salientar a importância da tabulação dos dados para a correta avaliação qualitativa do ambiente (matrizes de tabulação), gerando gráficos comparativos de análise.

Figura 30 – Foto A: Hall de entrada e espaço de suporte



Fonte: Registro do autor (2024).

A sala está posicionada ao lado leste, próximo ao centro da edificação. Ao adentrar na sala objeto deste estudo tem-se uma segregação do espaço de hall de entrada com 3,00m² e dimensão de 1,50x2,00m, por uma divisória leve, com permeabilidade visual e passagem ampla, que resguarda os equipamentos de suporte de uso coletivo como *snacks*, água, cafeteira e utensílios.

Figura 31 – Foto B: Ambiente de trabalho coletivo



Fonte: Registro do autor (2024).

O ambiente de trabalho com área de 33,51 m² é caracterizado de uso coletivo, onde as estações de trabalho não possuem divisórias ou barreiras visuais. São nove bancadas com dimensões de 1,20x0,60m, equipadas com mesa, cadeira e monitor, os computadores utilizados são do tipo portátil. O ambiente também é equipado com 4 telas para vídeo conferências, ar-condicionado, arquivos e uma vegetação.

Figura 32 – Foto C: Ambiente de trabalho coletivo



Fonte: Registro do autor (2024).

A sala conta com uma única abertura, com dimensão de 4,80x2,30m, totalizando 11,04m², do tipo porta janela, com cinco folhas, sendo duas fixas e três de correr, localizada no ambiente de trabalho coletivo, possui persiana vertical de tecido cor marfim, com acionamento manual e proporciona acesso a sacada.

Figura 33 – Foto D: Sala de reuniões



Fonte: Registro do autor (2024).

A sala de reuniões com área de 9,85m², também é utilizada como sala de uso individual para atividades que requerem maior concentração. Equipada com uma mesa de dimensão 2,00x1,20m, duas cadeiras com regulagem de altura, tela para

vídeo conferências, ar-condicionado, arquivado de 1,60x0,40m e 0,75m de altura, quadro branco e sofá com dois lugares de 1,40x0,60m.

Figura 34 – Foto E e foto F: Sacada



Fonte: Registro do autor (2024).

A sacada com dimensão de 5,26x1,15m e área de 6,05m², caracterizada como espaço externo, coberto, é utilizado como um espaço de lazer com utilização de banco e mesa externos. Também ficam posicionados as condensadoras do ar-condicionado. E possui vista para o horizonte na orientação leste, com edificações espaçadas, é possível perceber muitos elementos naturais como vegetação de médio e grande porte.

O piso é caracterizado por cerâmica de 0,40x0,40m de dimensão com coloração acinzentada, opaco, possui desnível de 0,10m abaixo do nível da sala, O forro é de gesso acartonado pintado na cor branco. As paredes são rebocadas e pintadas na cor cinza claro, a esquadria de PVC e o corrimão de metal recebem o acabamento branco brilhoso.

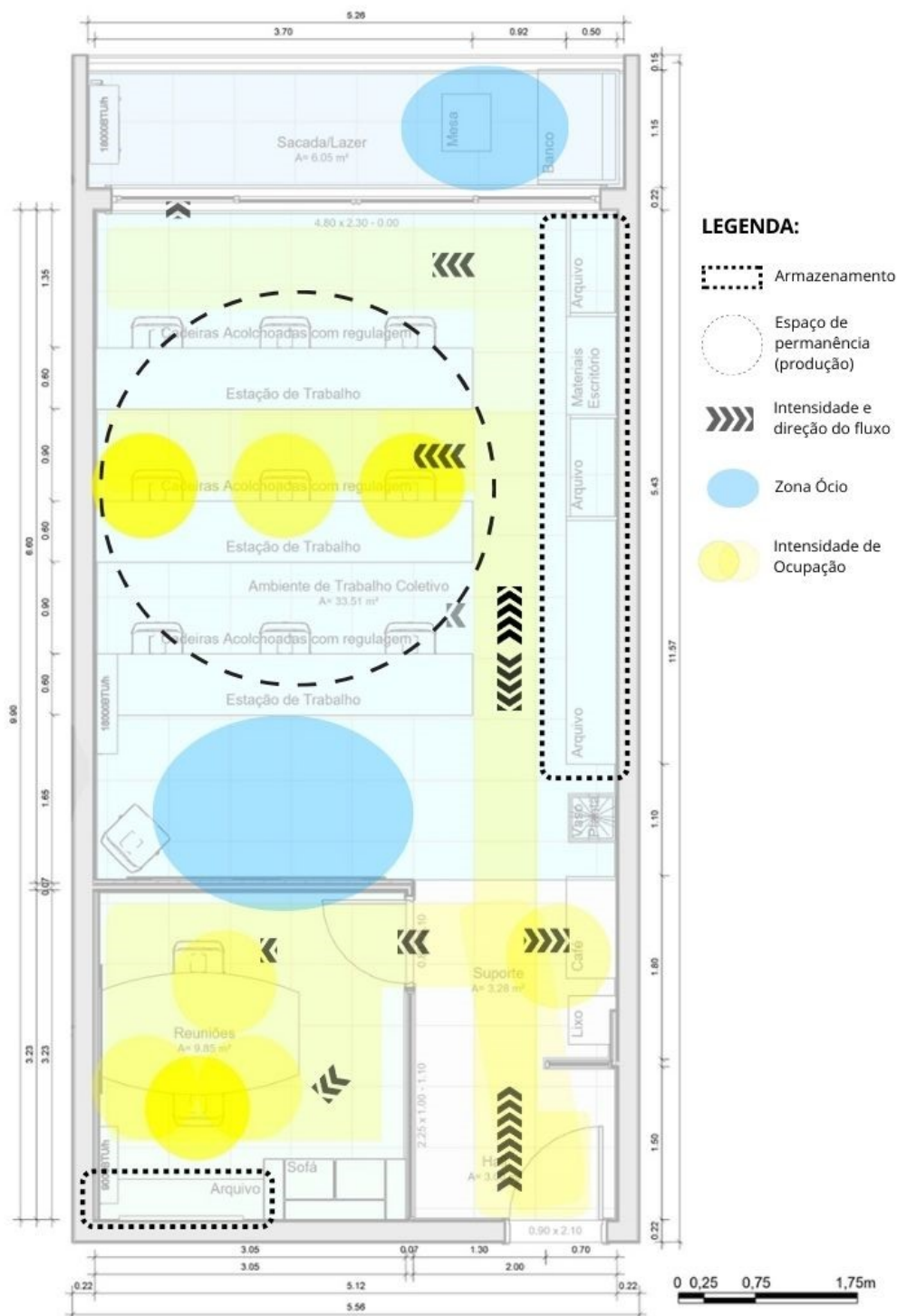
De maneira geral, observa-se um equilíbrio na composição do ambiente, com o uso predominante de linhas retas em todos os espaços, desde o hall de entrada e sala, onde adesivos horizontais decoram os vidros, até os painéis na sala de reuniões e áreas de trabalho coletivo. As linhas retas se estendem pelo piso, forro, luminárias e mobiliário em geral.

Embora as formas curvas estejam presentes de maneira pontual, elas ocorrem constantemente em equipamentos como monitores, ar-condicionado, térmica, cafeteira, impressora, cadeiras, puxadores e na mesa da sala de reuniões. Uma desconstrução visual ocorre com o ícone de um cadeado impresso em uma das paredes do ambiente coletivo. Além de representar o propósito da empresa,

essa imagem se fragmenta em padrões fractais. A mesma parede apresenta elementos inclinados e formas triangulares, que se combinam com elementos circulares, criando uma composição de muito significado.

A empresa atualmente adota um modelo de trabalho híbrido que concede aos funcionários a liberdade de escolher entre o home office e o trabalho presencial nas instalações da empresa. No dia da medição, 3 funcionários estavam presentes no local, embora em outros dias esse número possa chegar a 12, quando toda a infraestrutura do ambiente é utilizada. A empresa mantém comunicação constante com os clientes por meio de ligações e videoconferências, enquanto a interação entre os funcionários é direta e produtiva, promovendo o trabalho em equipe e a livre troca de ideias. A empresa também demonstra um compromisso com o conforto e o bem-estar de seus funcionários, com um foco no atendimento ao cliente.

Figura 35 – Fluxos e movimentação da área de estudo de caso



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os fluxos de movimento nos espaços (Figura 35) estão coerentes com as atividades, com a maior concentração no espaço de permanência destinado à produção, a preferência de ocupação está na zona central, possivelmente para evitar o reflexo proveniente da janela localizada no fundo da sala como também do

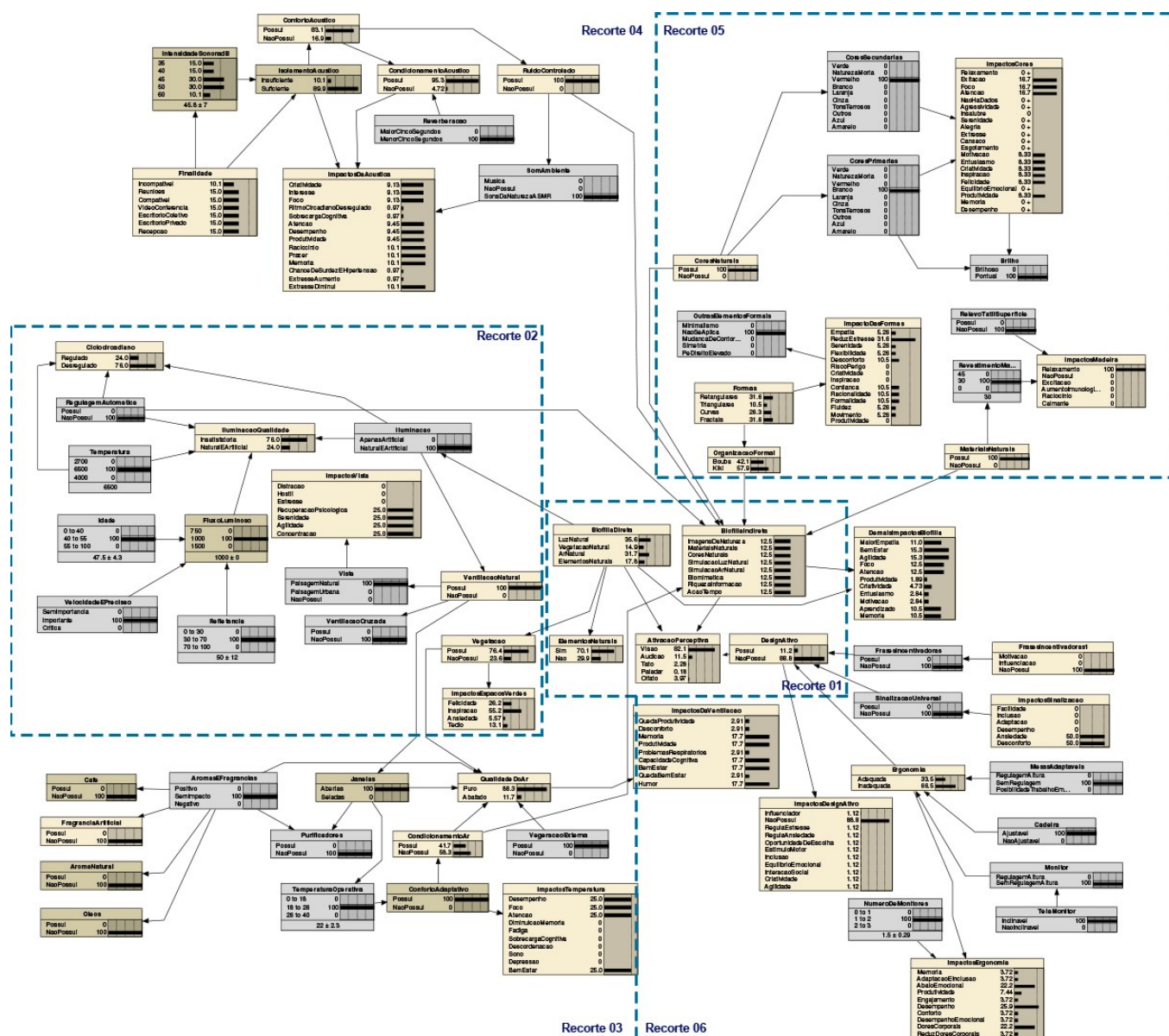
fluxo de ar mais intenso da primeira fileira, o deslocamento está distribuído em acesso a café, água, petiscos, ida ao toailete e sala de reunião, o posicionamento na sala de reuniões é preferencialmente no local de maior visualização e controle do fluxo de quem se desloca da zona de produção.

As zonas consideradas com poucas atividades (em ócio ou vagas por longos períodos) estão localizadas em frente aos monitores de projeção e apresentação, que configura um espaço de acesso com pouca circulação dentro da zona de produção e a sacada onde se configura um espaço de lazer com mobiliário pouco utilizado. As zonas de circulações são constantemente aproveitadas para o posicionamento dos arquivistas e locais de armazenamento.

4.2 Análise de indicadores sobre a percepção humana através da neuroarquitetura

A partir das informações adquiridas no ambiente, foi realizado o abastecimento da matriz informativa. Utilizando o software Nética, a rede bayesiana foi construída, revelando os potenciais efeitos do ambiente sobre o usuário, culminando no diagnóstico do ambiente. Este procedimento envolveu a organização dos dados em tabelas e gráficos por meio do software Microsoft Excel, tornando mais acessível e legível a leitura das informações compiladas e realizando uma comparação com os índices ideais e ou sugeridos extraídos da revisão bibliográfica.

Figura 36 – Rede bayesiana abastecida com dados do estudo de caso



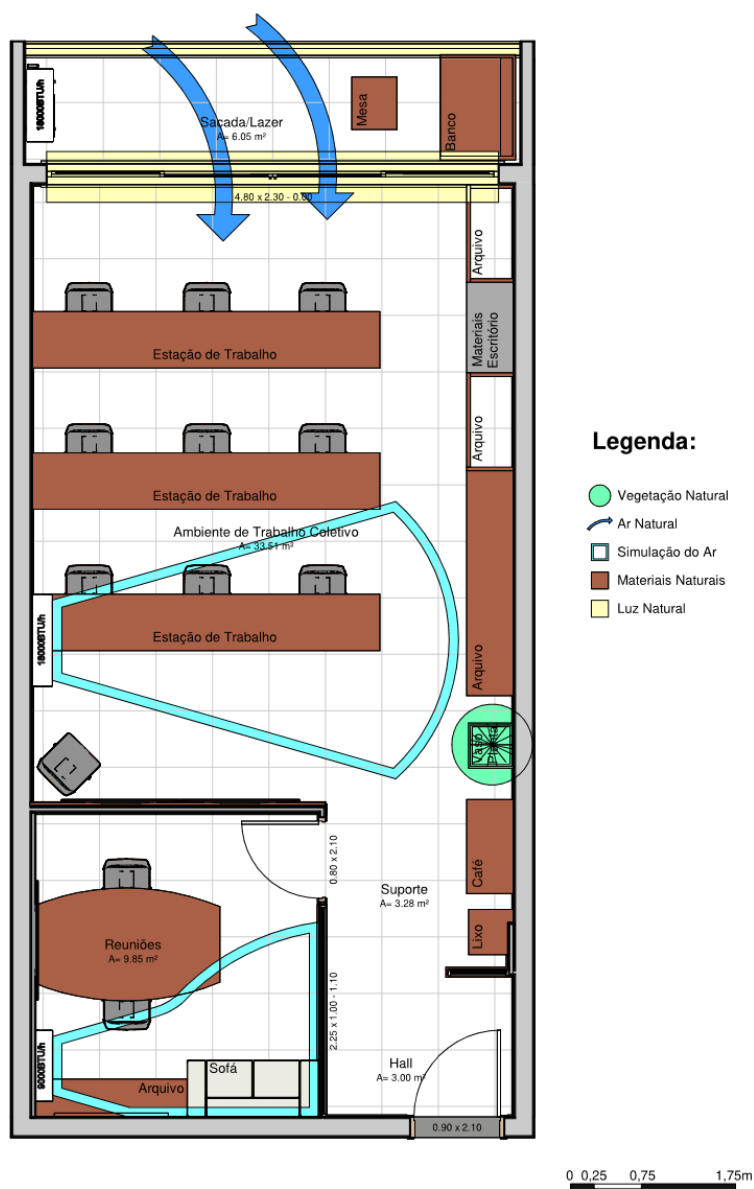
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

É importante destacar que a modelagem da rede bayesiana apresentada no Capítulo 3.2.1 ilustra as probabilidades dos efeitos do ambiente considerado *standard*, formato sem preenchimento. A estrutura da rede em si não foi modificada. No entanto, ao incorporar o preenchimento das características do ambiente do estudo de caso, os condicionantes da rede bayesiana através do software Nética se adaptam automaticamente às probabilidades dos efeitos relativos à estrutura existente (Figura 36).

4.2.1 Análise vegetal e ativação perceptiva

A coleta dos elementos naturais relacionados a biofilia foi executada através do levantamento físico do ambiente com o auxílio de trena a laser bosch glm 30 e câmera fotográfica de 48mpx (megapixel). Durante a estação climática da primavera em dois períodos, manhã entre 9 e 10 horas, e a tarde entre 15 e 16 horas. No levantamento também foi realizada a inspeção visual e tátil, indicando que não havia diferenciações nas texturas dos materiais naturais, sendo estes considerados lisos, sem relevos.

Figura 37 – Planta baixa: Elementos naturais



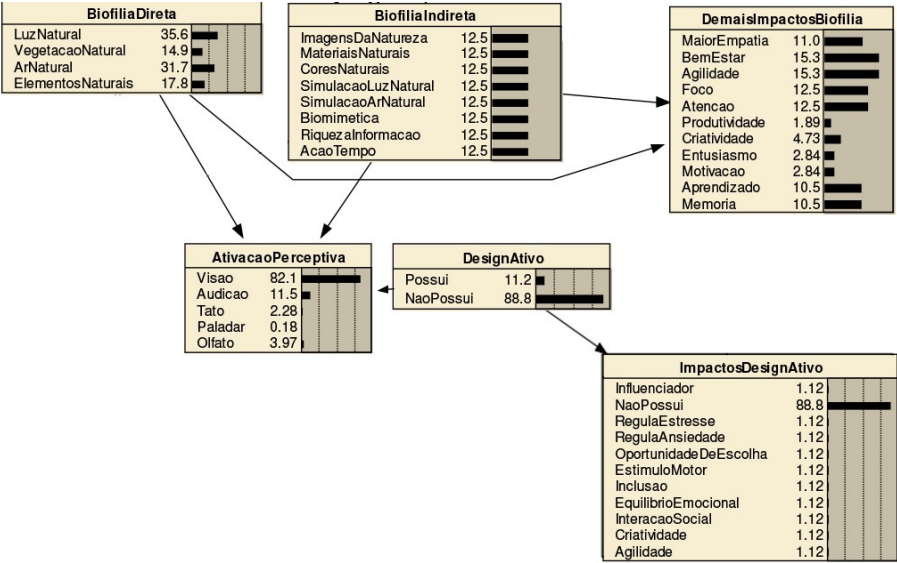
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Há uma única vegetação natural no ambiente, uma dracaena sanderiana, considerada de porte pequeno, está em um local assertivo para a espécie, localizada entre a zona de produção e a zona de suporte, com claridade, e sem luz natural direta.

Kellert e Calabrese (2015) abordam aspectos relevantes sobre a relação entre o ambiente construído e a natureza. O espaço considera a presença direta de elementos naturais, como a iluminação e a ventilação, destacando-se uma porta-janela ampla (4,80x2,30m), que possibilita uma abertura de 40% do vão, proporcionando uma conexão visual com o exterior, não há ventilação cruzada, mesmo assim o vento predominante colabora para a boa circulação e renovação do ar. No entanto, a presença de vegetação e elementos naturais internos é limitada, com uso visual predominante da madeira, sem texturas táteis. Ainda assim, o espaço incorpora os benefícios mencionados por Browning e Cooper (2015), tais como sensação de bem-estar e felicidade. Em relação à aplicação indireta da biofilia, o ambiente mantém um equilíbrio entre diferentes técnicas.

O recorte 01 (Figura 38), representa o reflexo do abastecimento da rede bayesiana, analisando as proporções em relação a rede bayesiana *standard*, onde observa-se que o ambiente em estudo concentra a sua ativação perceptiva principalmente na visão. Além disso, ele estabelece uma conexão direta com o ambiente exterior, aproveitando a luz natural e a ventilação proporcionada pela ampla abertura para a sacada. Os benefícios gerais oferecidos por esse ambiente aos seus usuários são satisfatórios, contribuindo para empatia entre os funcionários, bem-estar, foco, atenção, agilidade, aprendizado e memória. Por outro lado, a influência do design ativo é consideravelmente limitada em comparação com a rede bayesiana *standard*, com poucos elementos destacados como influenciadores nesse contexto, o que deixam de estimular os usuários nos quesitos de produtividade, criatividade, entusiasmo e motivação.

Figura 38 – Recorte 01 – RB abastecida – Ativação Perceptiva



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Analisando a comparação entre proporções apontadas por Heilig (1992) e as proporções geradas pelos aspectos influenciados do estudo de caso, percebe-se os aspectos perceptivos com maiores proporções ao estímulo da visão, uma boa utilização do olfato e elementos de audição, tato e paladar com limitada ativação.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 18), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações presentes no abastecimento da rede bayesiana e uma comparação com a revisão bibliográfica.

Tabela 18 – Análise vegetal e ativação perceptiva

Ativação Perceptiva				
Heilig (1992)	Estudo de caso			
70% Visão	82,10%			
20% Audição	11,50%			
5% Olfato	3,97%			
4% Tato	2,28%			
1% Paladar	0,18%			
Biofilia Direta				
Aspectos	Estudo de caso	Kellert e Calabrese (2015)	Browning e Cooper (2015, p.12)	
Luz Natural	35,60%	Presença de elementos naturais no ambiente	Gera o aumento de: produtividade em 6% de bem-estar em 15% criatividade em 15%".	Ambientes com elementos naturais: 15% mais feliz e com sensação de bem estar e 32% mais inspirada. Ambientes que não possuíam elementos naturais: 5% mais ansioso e 11% mais entediado.
Vegetação Natural	14,90%			
Ar Natural	31,70%			
Elementos Naturais	17,80%	Biofilia Indireta		
Aspectos	Estudo de caso	Kellert e Calabrese (2015)	Milan (2013)	Taylor (2008)
Imagens da Natureza	12,50%	Evocação e Representação Simbólica da Natureza	Organização formal: "bouba" formas mais organizadas e curvas e "Kiki" formas retilíneas e rígidas.	Formas e proporções da natureza em fractais, representados por formas retas ou curvas.
Materiais Naturais	12,50%			
Cores Naturais	12,50%			
Simulação Luz Natural	12,50%			
Simulação Ar Natural	12,50%			
Biomimética	12,50%			
Riqueza da Informação	12,50%	Design Ativo		
Ação do tempo	12,50%			
Aspectos	Estudo de caso	Crizel (2021)	Oppezzo e Schwartz (2014)	Russell (1980) apud Nogueira (2018)
Ergonomia	33,50%	Circulações que incentivam a atividade física e estimulam a neuroplasticidade	Estratégias Arquitetônicas destinadas a fomentar a mobilidade, elevam a criatividade em até 81%	Diversidade de espaços e soluções flexíveis de mobiliário
Sinalização Universal	-			
Frases incentivadoras	-			

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O baixo incentivo à criatividade pode ser reflexo das poucas estratégias utilizadas de design ativo, que de acordo com Oppezzo e Schwartz (2014) podem ser fomentadas ao estimular a mobilidade. Além da utilização de elementos naturais que, de acordo com Browning e Cooper, (2015) podem estimular a criatividade e a produtividade.

4.2.2 Análise lumínica

A intensidade luminosa foi avaliada usando o dispositivo luxímetro da marca Minipa, modelo MLM-1011 (dados na Tabela 19), durante a estação climática da primavera em dois períodos, manhã entre 9 e 10 horas, e a tarde entre 15 e 16 horas. Em ambos os períodos, o ambiente estava iluminado por uma combinação de luz natural e artificial. Observou-se uma disparidade na iluminância, com as estações de trabalho próximas ao centro do espaço apresentando níveis de luminosidade superiores aos das estações mais próximas das paredes (Figura 39).

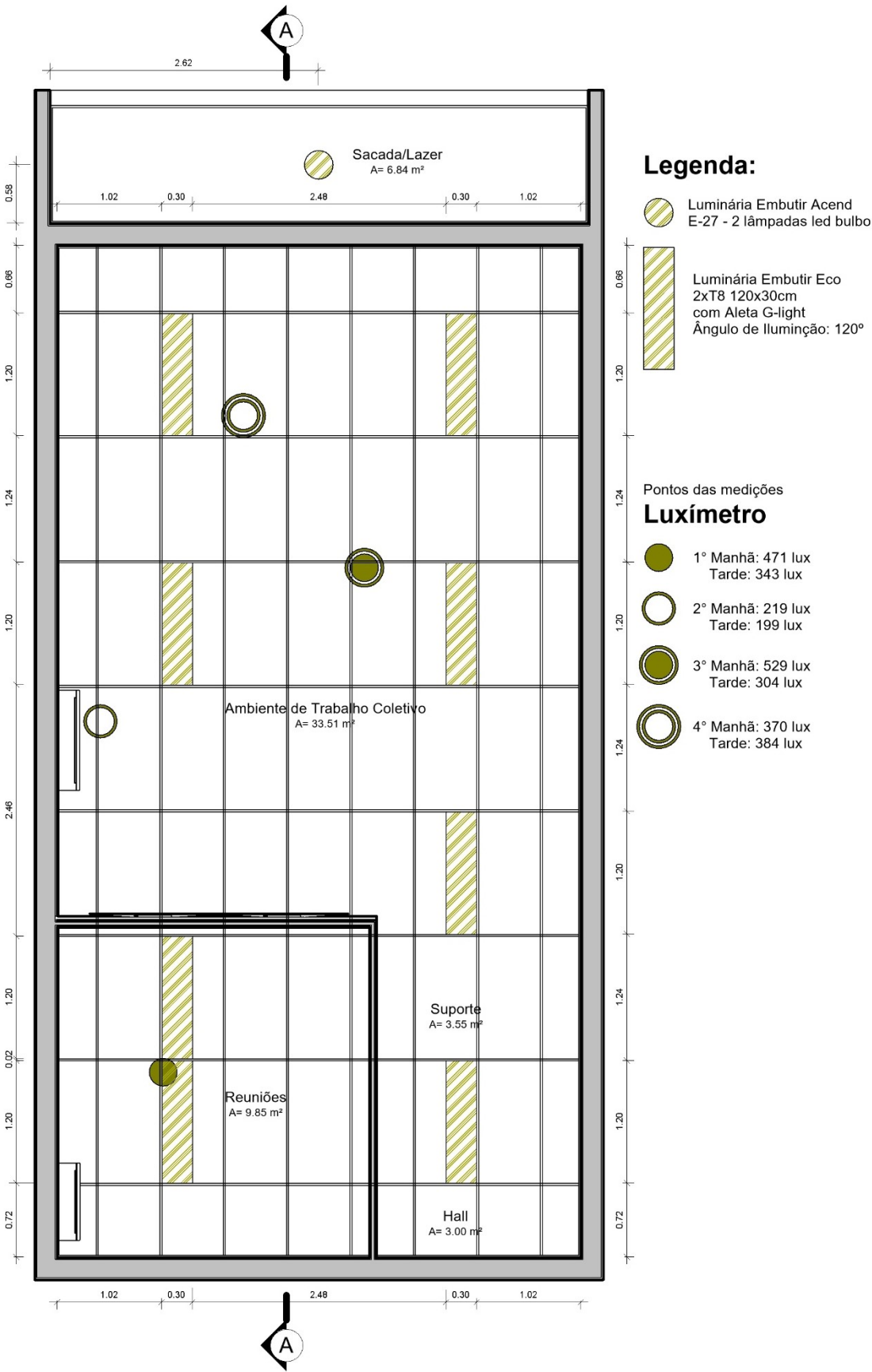
Tabela 19 – Medição/leituras luxímetro

1ª Medição entre 9 e 10h				
Intensidade da Iluminação - (Lux)	471	219	529	370
2ª Medição entre 15 e 16h				
Intensidade da Iluminação - (Lux)	343	199	304	384
Legenda: Localização do ponto de medição				
				

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A iluminação do ambiente analisado está, em geral, bem distribuída. A solução interna está a cargo de 8 luminárias de embutir, do estilo eco, da marca G-light com Aleta, medindo 1,20x0,30m e ângulo de iluminação de 120°, dotada de 2 lâmpadas de led do tipo T8, soquete G13, de 18w de potência, 6500k (temperatura branco frio), fluxo luminoso de 1850 lm e IRC de 80%. Na sacada, ambiente externo, existe uma única luminária da marca Acend, embutida, no estilo redonda com vidro jateado e diâmetro de 23cm, dotada de 2 lâmpadas A60 de led bulbo do tipo E-27, com 11w de potência, temperatura de 6500k (branco frio), fluxo luminoso de 1018lm e IRC de 70%.

Figura 39 – Planta de forro: Medições Luxímetro

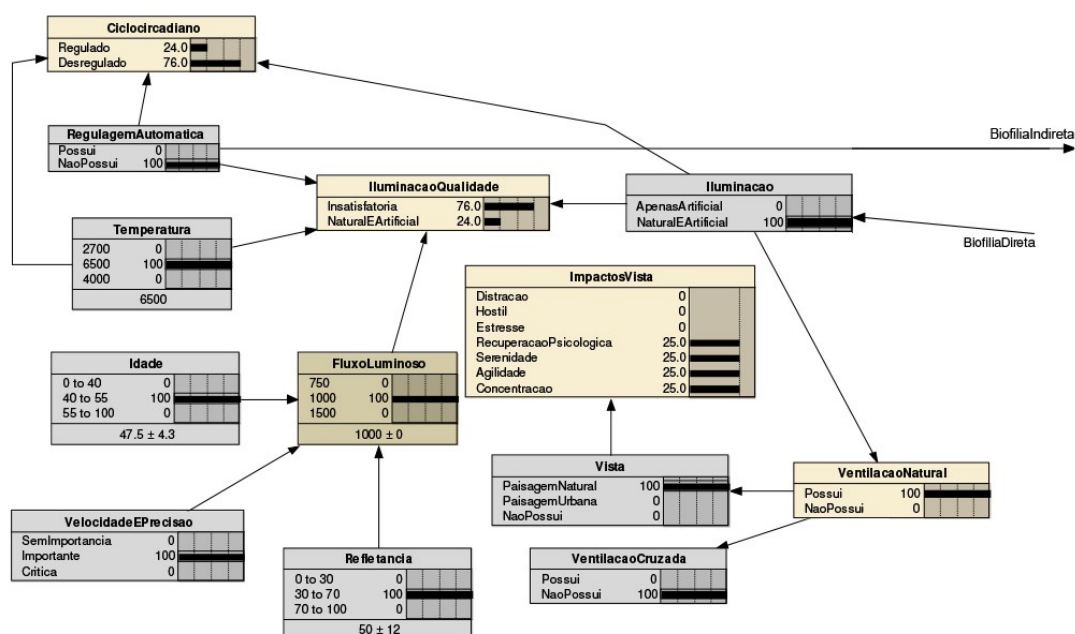


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A iluminação do ambiente combina fontes naturais e artificiais, enfatizando a luz natural, embora não ofereça ventilação cruzada. A vista externa privilegia elementos naturais em detrimento da paisagem urbana, proporcionando ao usuário maior agilidade, facilidade de recuperação psicológica, serenidade e concentração.

Os materiais de acabamento apresentam em maior parte superfícies acetinadas, incluindo piso, bancadas, mesas e mobiliário, otimizando a difusão da iluminação. A velocidade e precisão das tarefas executadas pela empresa são consideradas importantes. A faixa etária dos funcionários varia entre 25 e 50 anos, o que corresponde a um fluxo luminoso ideal de 1000 lux sobre as bancadas de trabalho, de acordo com a norma 5413.

Figura 40 – Recorte 02 - RB abastecida – Iluminação natural e artificial



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No entanto, o ambiente analisado atualmente apresenta uma média de 350 lux sobre as bancadas de trabalho, acompanhada por uma temperatura de iluminação fria de 6500 kelvin, sem regulagem de intensidade ou temperatura. Esses fatores indicam que a iluminação é insatisfatória para o desempenho das atividades e, com uma probabilidade de 76%, pode perturbar o ritmo circadiano dos usuários.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 20), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações

presentes no abastecimento da rede bayesiana e uma comparação com a revisão bibliográfica.

Tabela 20 – Análise lumínica

Análise Lumínica		
Aspectos	Autores e Normas	Estudo de caso
Luz Natural	Inexistente em 47% dos ambientes analisados. Browning e Cooper (2015)	100%
	67% possuem sensações de felicidade em ambientes com luz natural. Browning e Cooper (2015)	
Vista Externa	10% dos funcionários não possuem vista para janelas. Browning e Cooper (2015)	100%
	51% dos escritórios localizados em paisagens urbanas e 49% em paisagens naturais. Browning e Cooper (2015)	Paisagem natural
Qualidade da Iluminação	Relação entre os fatores de refletância das superfícies do ambiente, velocidade e precisão necessárias para executar a tarefa e a idade dos usuários. NBR 5413	30 a 70 %
	Atividade de escritórios corporativos são considerados 750 - 1000 - 1500 (lux). NBR 5413	413 lux/m ²
	24% não possuem iluminação satisfatória para a atividade. Browning e Cooper (2015)	24% satisfatória
Ciclo de Circadiano	Influenciada pelo tipo de iluminação, se artificial ou natural, pela temperatura da luz artificial e pelo fluxo luminoso. Browning e Cooper (2015)	24% regulado
	24% dos usuários não possuem iluminação satisfatória, influenciando os parâmetros de regulação ou desregulação do ciclo circadiano. Browning e Cooper (2015)	
	A iluminação exerce influência sobre a ventilação natural, qualidade da iluminação e o ciclo circadiano dos usuários. Browning e Cooper (2015)	
	Influenciado pelos tipos de iluminação, temperatura da luz artificial e pela regulação automática da intensidade e temperatura da luz artificial. SOARES FILHO (2018)	-
	O planejamento da incidência de luz natural e a simulação consciente da luz artificial em temperaturas condizentes com o ciclo diário. Andersen, Gochenour e Lockey (2013)	
	Exposição à luz com tonalidade azulada, suprime a produção de melatonina. SOARES FILHO (2018)	
		6500 k

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A luz natural é utilizada em sua totalidade dentro das limitações da estrutura do edifício que é complementada pelo benefício da vista para o exterior e paisagem natural externa. A iluminação artificial está dentro do percentual citado por Browning e Cooper (2015), que possui índices insatisfatórios de iluminação para a atividade exercida, ressaltando os fatores de temperatura unicamente de tom azulado e da incompletude do atendimento da norma NBR 5413. O que pode contribuir para a desregulação do ciclo circadiano dos usuários.

4.2.3 Análise do ar

A análise e medição da qualidade do ar e da temperatura do ambiente foram realizadas de maneira conjunta devido à sua interdependência. Por exemplo, temperaturas elevadas tendem a deixar o ar abafado e impuro, enquanto a

renovação do ar contribui para a redução da temperatura. O tipo de abertura, ao exemplo da porta janela de correr da sala de estudo de caso, prejudica a renovação de ar por reduzir em 60% a área de fluxo, reduzindo a renovação por zonas de temperatura.

As medições ocorreram durante a estação climática da primavera em dois períodos, manhã entre 9 e 10 horas, e a tarde entre 15 e 16 horas (Tabela 21). Foi considerado o ambiente em seu estado atual de funcionamento, ou seja, pode haver variações no número de usuários, na área de fluxo de ar referente a abertura de janela e cortinas, como também a intensidade no uso do ar condicionado, portanto os resultados não são definitivos por haverem variáveis ligadas a aspectos climáticos – Estações do ano, horários, capacidade máxima de utilização do ambiente – Estas variáveis não foram analisadas.

Tabela 21 – Medição/leituras higrômetro

1ª Medição entre 9 e 10h					
Temperatura Interna - (°C)	23,6	23,6	23,4	23,5	23,5
Umidade Relativa do Ar - (% UR)	68	69	60	66	65
2ª Medição entre 15 e 16h					
Temperatura Interna - (°C)	24,0	23,6	23,1	23,3	23,3
Umidade Relativa do Ar - (% UR)	84	85	85	86	85
Legenda: Localização do ponto de medição					
					

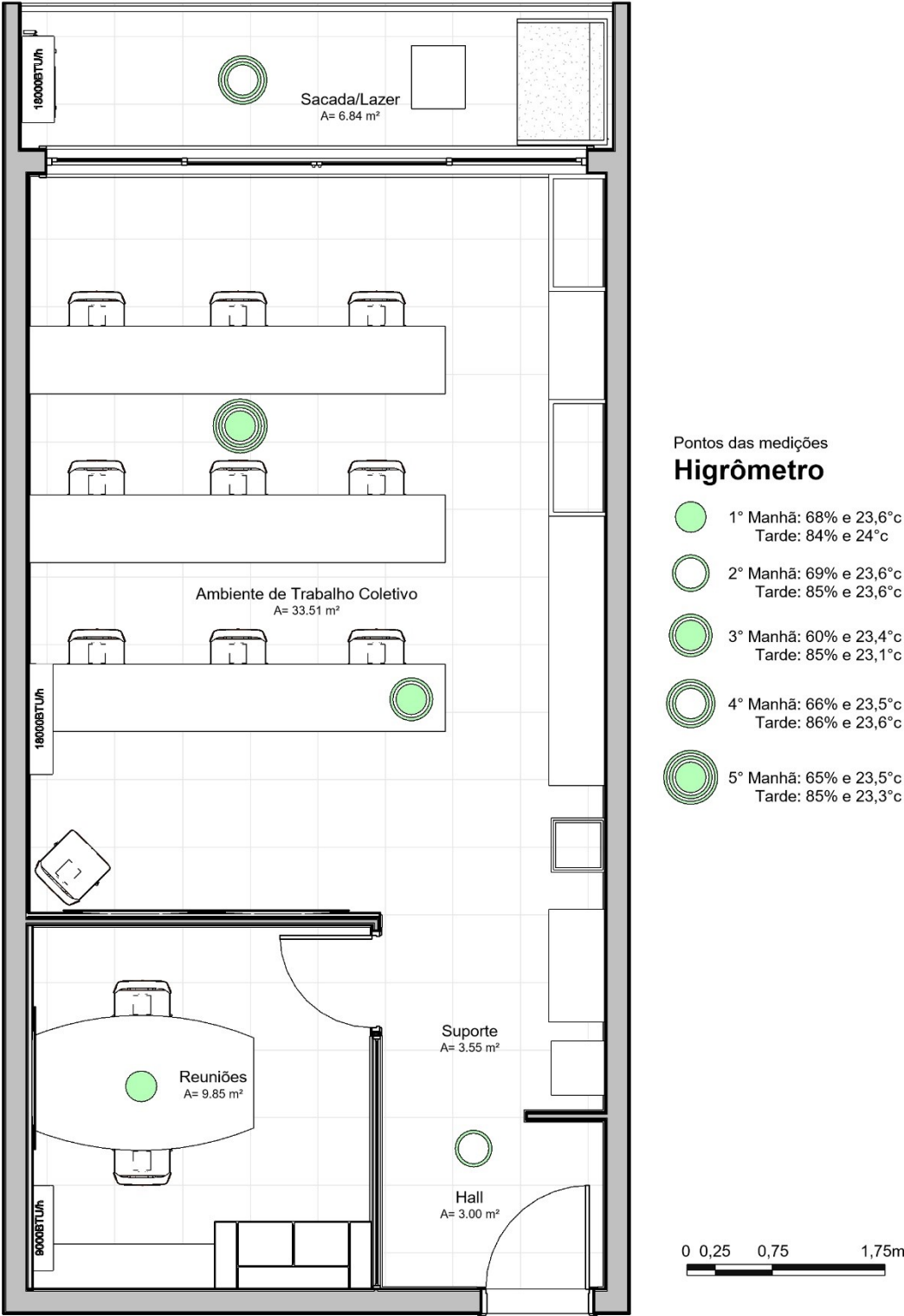
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Foi empregado o termo-higrômetro digital FE-PRO-MUT600S para monitorar a umidade relativa do ar e a temperatura no ambiente. A temperatura permaneceu notavelmente estável, com variações mínimas entre os diferentes locais e momentos do dia, oscilando entre 24°C como máximo e 23,1°C como mínimo. No entanto, a umidade relativa do ar apresentou ligeira variação: Variou de 68% a 69% de RH (umidade relativa) em áreas mais distantes da ventilação natural, enquanto locais próximos à janela registraram 65% a 66% de RH. A área central, próxima à unidade de ar-condicionado, evidenciou uma redução média na umidade do ambiente, situando-se em 60% de RH.

À tarde, em razão do aumento da chuva, a temperatura externa diminuiu, e o sistema de ar-condicionado foi desativado em favor da ventilação natural. Essa alteração resultou em um aumento na umidade relativa dentro do ambiente durante

o período vespertino. Esse fenômeno pode ser justificado devido à esta transição climática.

Figura 41 – Planta baixa: Medições higrômetro



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A velocidade e o deslocamento do ar foram registrados com o dispositivo anemômetro da marca Minipa, modelo MDA-01. Os registros realizados pelo aparelho mostraram valores significativos apenas nas proximidades da fonte direta de ar produzida pelo sistema de ar-condicionado (Tabela 22).

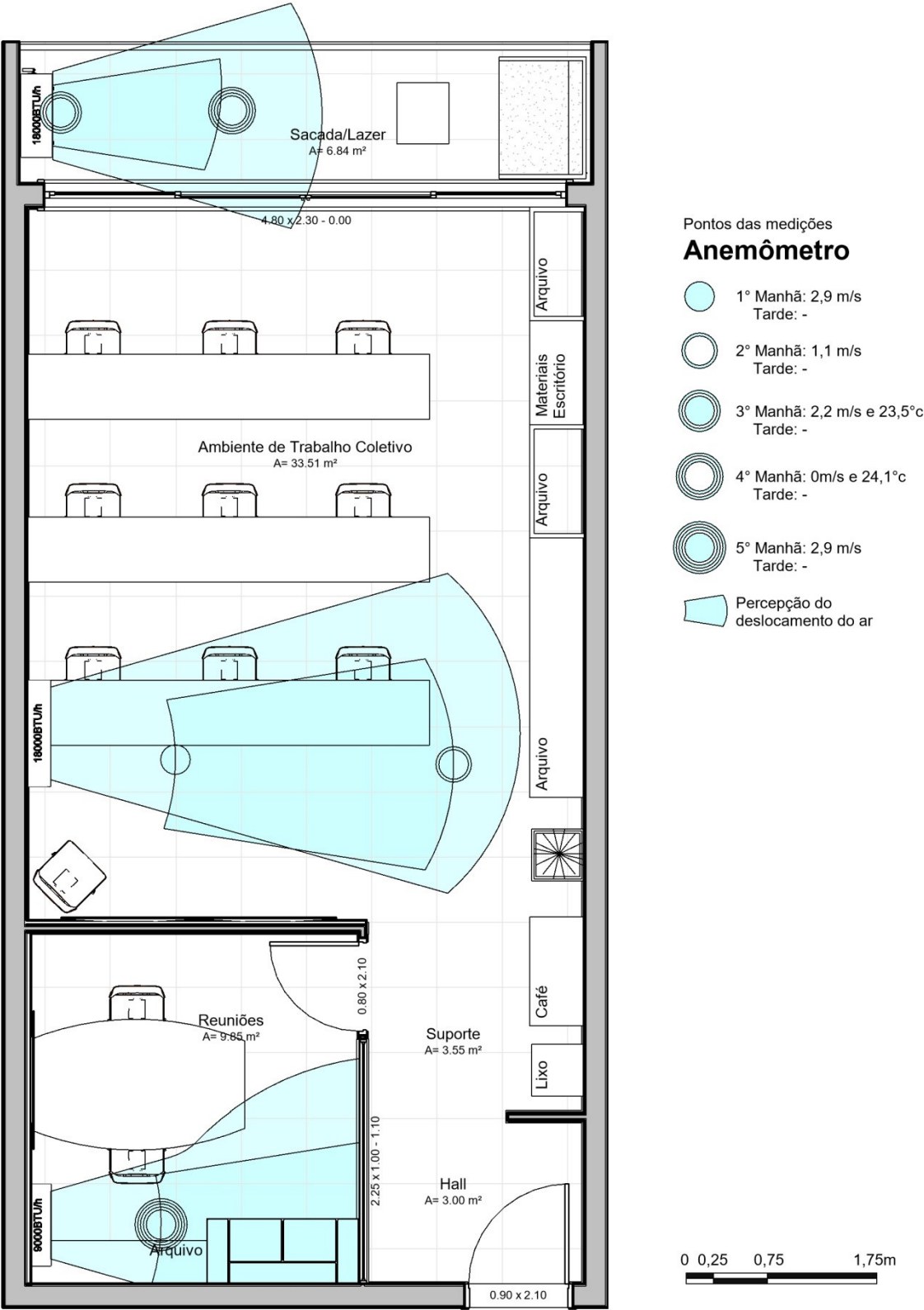
Tabela 22 – Medição/leituras anemômetro

1ª Medição entre 9 e 10h				
Velocidade do ar - (m/s)	2,9	1,1	2,2	0
2ª Medição entre 15 e 16h				
Velocidade do ar - (m/s)	Não havia deslocamento do ar			
Legenda: Localização do ponto de medição				
				

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Algumas áreas, identificadas por uma “nuvem” em ciano mais clara nas representações em planta baixa (Figura 42), indicam zonas onde o deslocamento de ar pode ser percebido na pele, porém, não foi captado pelo dispositivo de medição. Durante a tarde, quando o sistema de condicionamento de ar estava inativo, o anemômetro não registrou a força do deslocamento de ar gerado pela ventilação natural.

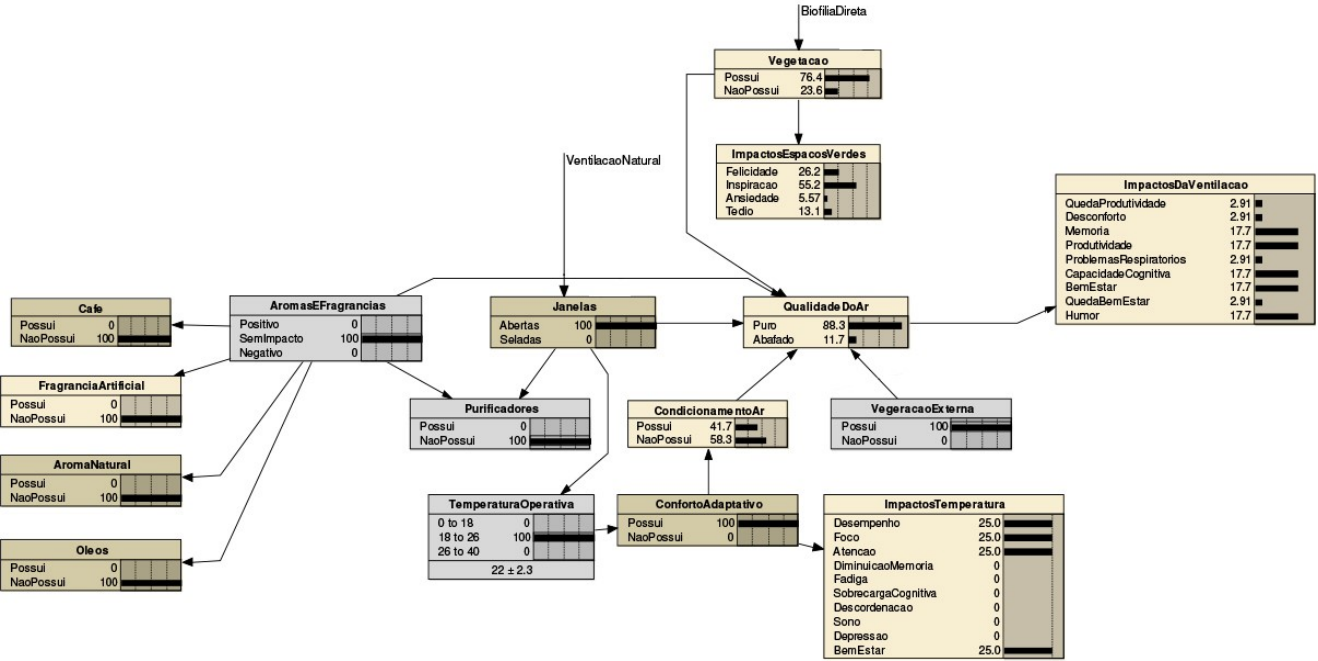
Figura 42 – Planta baixa: Medições anemômetro



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A qualidade do ar medida no ambiente tem impactos positivos no humor, bem-estar, capacidade cognitiva, produtividade e memória dos usuários. A manutenção da temperatura operativa entre 18 e 26°C resulta em conforto adaptativo para os usuários, possivelmente melhorando o desempenho, foco, atenção e bem-estar.

Figura 43 – Recorte 03 - RB abastecida – Qualidade do ar



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No ambiente, não são empregados aromas, fragrâncias ou purificadores de ar. A renovação do ar ocorre de forma natural, complementada pelo condicionamento do ar em cerca de 41,7% do tempo. A abundância de vegetação externa desempenha um papel significativo na qualidade do ar, proporcionando uma probabilidade de 88,3% de que o ar seja puro, não abafado ou insípido.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 23), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações presentes no abastecimento da rede bayesiana.

Tabela 23 – Análise do ar

Análise do Ar		
Aspectos	Autores	Estudo de caso
Ventilação Natural	A disponibilidade de ar natural não está presente em 11% dos ambientes corporativos. Browning e Cooper (2015)	100%
Vegetação Natural	O uso de plantas em ambientes internos ajuda a melhorar qualidade do ar do ambiente. Souza (2020)	14%
	A percepção olfatória da umidade da terra ou mesmo o contato físico com a terra promovem a ativação de regiões cerebrais responsáveis pela elaboração de serotonina, um neurotransmissor que eleva o bem-estar e o humor. Steinemann (2017)	-
Aromas e Fragrâncias	Estimulação olfatória com o óleo essencial, gerou redução de 8% na pressão arterial diastólica e um aumento de 17% na aceleração máxima da constrição. Aumento de 10% no desempenho em tarefas. Ikei, Song e Miyazaki (2017)	-
	Alerta ao uso excessivo de fragrâncias, podendo ocasionar efeitos negativos à saúde associados ao uso de purificadores de ar com fragrâncias, comparados a ambientes sem fragrâncias. Steinemann (2017)	
Qualidade do Ar	Queda na eficiência, reduzindo sua produtividade, quando exposto a um ar considerado rançoso, abafado ou irritante, exalando odores e poluentes atmosféricos. Souza (2020)	88,3% puro
	Vegetação natural e a ventilação natural através das janelas, bem como o uso de condicionamento de ar, uso de aromas ou fragrâncias e a existência ou não de vegetação externa, exercem influência sobre a qualidade do ar. Browning e Cooper (2015)	
Conforto Adaptativo	Deve ficar entre 18°C e 26°C. Batiz et al (2009)	18°C e 26°C

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os fatores externos como vegetação abundante e bom fluxo de ar natural próximo à edificação e o uso de condicionadores de ar colabora para os percentuais altos atribuídos na análise e medição destes fatores. A utilização de plantas no interior do ambiente pode promover um complemento a regulação da umidade relativa e qualidade do ar, além de a estimulação olfatória pode aumentar o desempenho nas tarefas.

4.2.4 Análise acústica

A medição da pressão sonora no ambiente (Tabela 24), foi realizada utilizando o dispositivo decibelímetro da marca Minipa, modelo MSL-1325A. As medições ocorreram durante a estação climática da primavera em dois períodos, manhã entre 9 e 10 horas, e a tarde entre 15 e 16 horas. Durante o período de coleta de dados, as atividades de trabalho seguiram o curso natural, incluindo os sons do teclado pela digitação, a fala dos usuários em vídeoconferência e eventuais ruídos externos, todos registrados pelo microfone do equipamento. Refletindo as condições sonoras típicas do ambiente de trabalho avaliado. Mas que podem conter

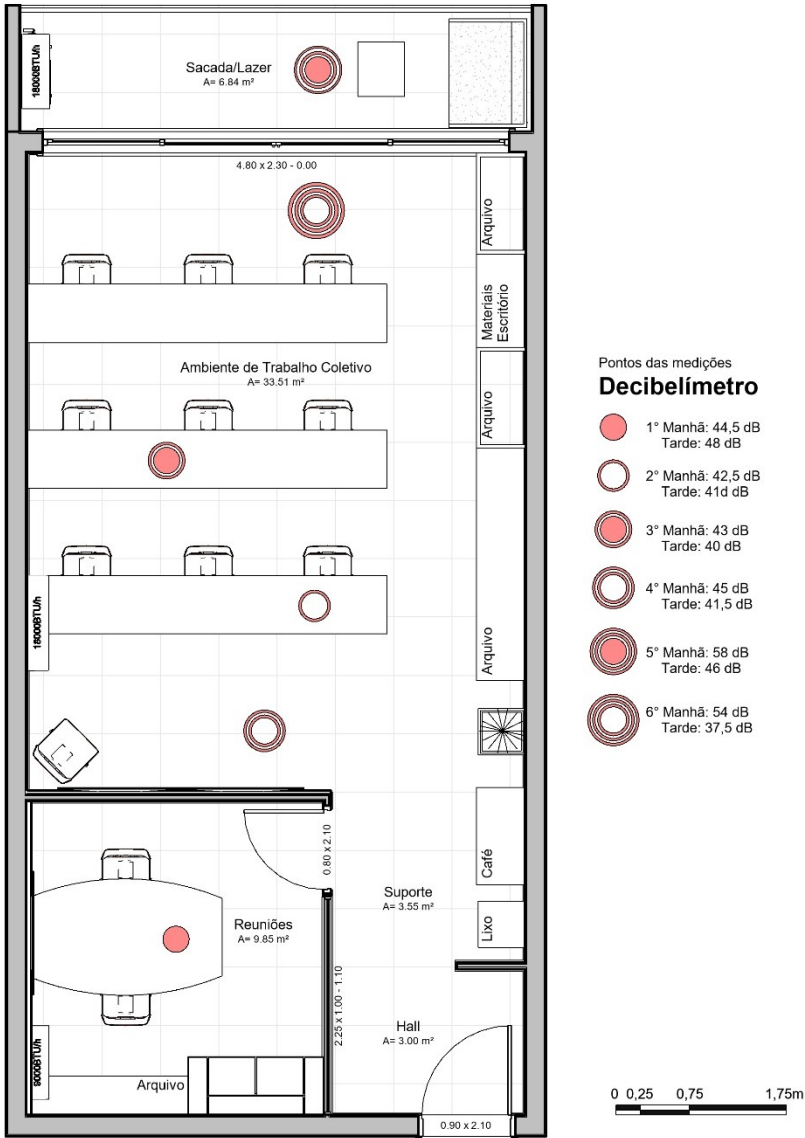
variações conforme a intensidade da atividade e quantidade de usuários presentes nos espaços.

Tabela 24 – Medição/leituras decibelímetro

1ª Medição entre 9 e 10h					
Pressão Sonora - (dB)	44,5	45,0	42,5	43,0	54,0
2ª Medição entre 15 e 16h					
Pressão Sonora - (dB)	48,0	41,5	41,0	40,0	37,5
Legenda: Localização do ponto de medição					
					

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 44 – Planta baixa: Medições decibelímetro

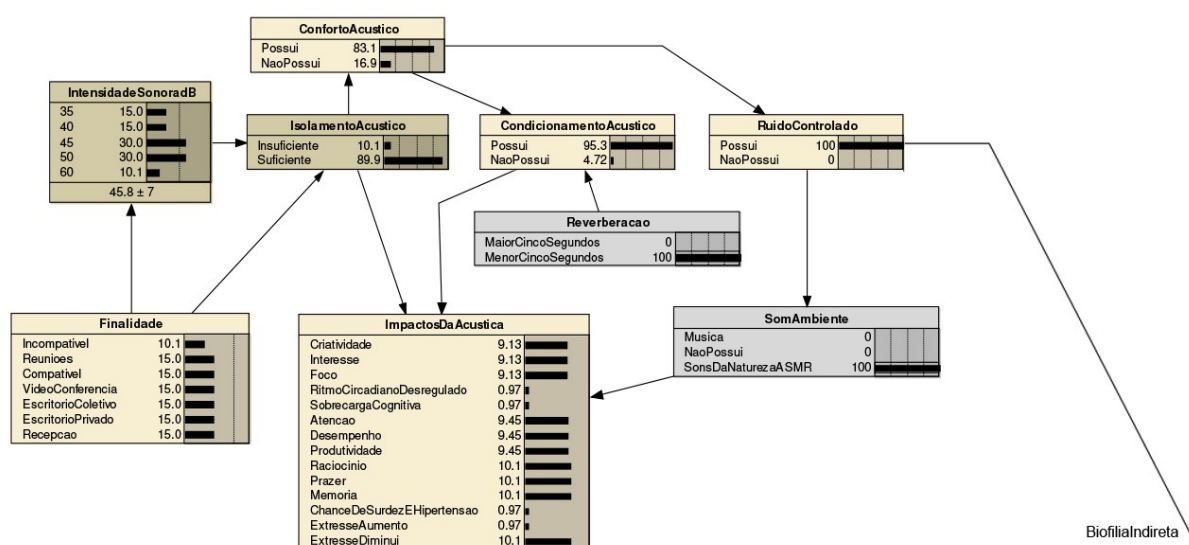


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As medições realizadas no ambiente demonstram variações que são adequadas para o propósito pretendido. O entorno não produz ruídos que prejudicam o isolamento acústico; pelo contrário, contribui para a qualidade do som ambiente, com sons da natureza e o canto de pássaros, que são perceptíveis quando a janela está aberta. O condicionamento acústico da sala é bom, com um tempo de reverberação inferior a 0,2 segundos.

Som de tiros de armas de fogo e sons da infantaria do quartel militar do 16º Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado, distante a aproximadamente 300 metros ao leste da edificação, são perceptíveis dentro do ambiente, mas por serem eventuais, raros e de curta duração não exercem risco quanto ao estado de estresse.

Figura 45 – Recorte 04 – RB abastecida – Conforto acústico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essas características do ambiente podem ter um impacto positivo na redução do estresse, na promoção de sensações de prazer, na melhoria da memória, do raciocínio, da produtividade, da atenção, do foco, do interesse e da criatividade dos usuários.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 25), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações presentes no abastecimento da rede bayesiana.

Tabela 25 – Análise acústica

Análise Acústica		
Aspectos	Autores e Normas	Estudo de caso
Isolamento Acústico	Os níveis sonoros internos para escritórios variam conforme o ambiente: Salas de reunião: 35 dB(A) à 40 dB(A). Salas de videoconferência: 40 dB(A) e 45 dB(A). Áreas de recepção e salas de espera: 45 dB(A) e 50 dB(A). Corredores: 50 dB(A) e 55 dB(A). ABNT NBR 10.152	89,90%
	O corpo humano pode entrar em estado de estresse em resposta a sons de impacto único e pesado no chão ou paredes. Song e Miyazaki (2017)	Eventual
	Grande parte dos edifícios corporativos mantém as janelas “seladas” para haver uma maior controle acústico, porém acaba prejudicando o ar interno. Gurgel (2020)	Abertas
	O tráfego de veículos próximo às edificações, podem gerar riscos à saúde com o desenvolvimento de estresse, surdez, risco de hipertensão e infarto, perturbação do sono e do ritmo circadiano. Patrício (2000)	Tráfego leve
Condicionamento Acústico	28% dos ambientes corporativos não possuem conforto acústico satisfatório, justificando desta forma a relação dados com a aplicação ou não do ruído controlado no ambiente em relação com o conforto acústico. Browning e Cooper (2015)	95,3% satisfatório
	Reverberação, até 0,5 segundos são índices aceitáveis. Norma alemã VDI 2569	0,2 segundos
Som Ambiente	É possível, portanto, que a música que o usuário está escutando possa alterar de forma direta a maneira como ele percebe o ambiente. Jolij e Meurs (2011)	-
	O canto de pássaros e a música geram respostas não apenas nas regiões cerebrais, mas também em regiões interconectadas que regulam emoção e comportamento. Bergland (2012)	Sons de pássaros e vegetações (vento)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No geral, a acústica do ambiente é considerada satisfatória, os índices estão dentro das normas. Porém, por uma questão de privacidade e segurança da informação, o isolamento acústico da sala de reuniões pode ser qualificado para que não transpasse sons compreensíveis para os demais ambientes.

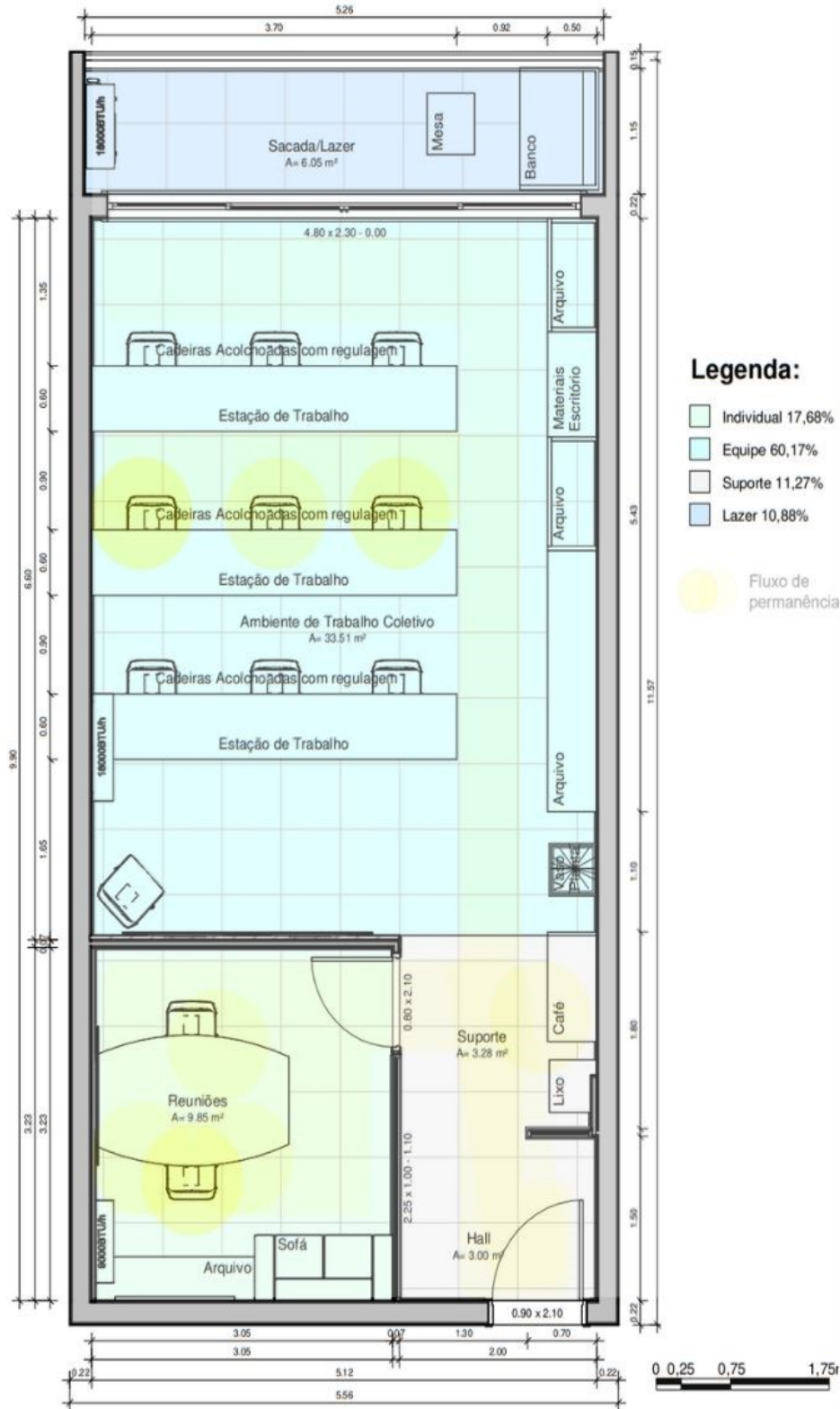
4.2.5 Análise ergonômica, acessibilidade e fluxos

A coleta dos dados relacionados à ergonomia, acessibilidade e fluxos dos usuários foi executada através do levantamento físico do ambiente com o auxílio de trena a laser bosch glm 30 e análise visual das ações e comportamentos dos usuários durante o período de levantamento. Não foram considerado demais períodos temporais, podendo haver variações no fluxo e permanência dos usuários.

O deslocamento dos usuários é definido pelo trajeto de percurso realizado e tempo de permanência no espaço. Os usuários se movimentam para acessar a área de *lanches*, água e café, além de visitarem o toalete, localizado em área condomínial a aproximadamente 15 metros da sala, também realizam mudanças de local entre as salas de trabalho coletivo e particular para reuniões. O lazer ocorre apenas no intervalo de almoço, e as chamadas e videoconferências são geralmente atendidas

nas estações de trabalho. A disposição do ambiente, de maneira geral, não incentiva a mobilidade, o que pode resultar em maior fadiga e cansaço para os usuários.

Figura 46 – Planta baixa: percurso e permanência

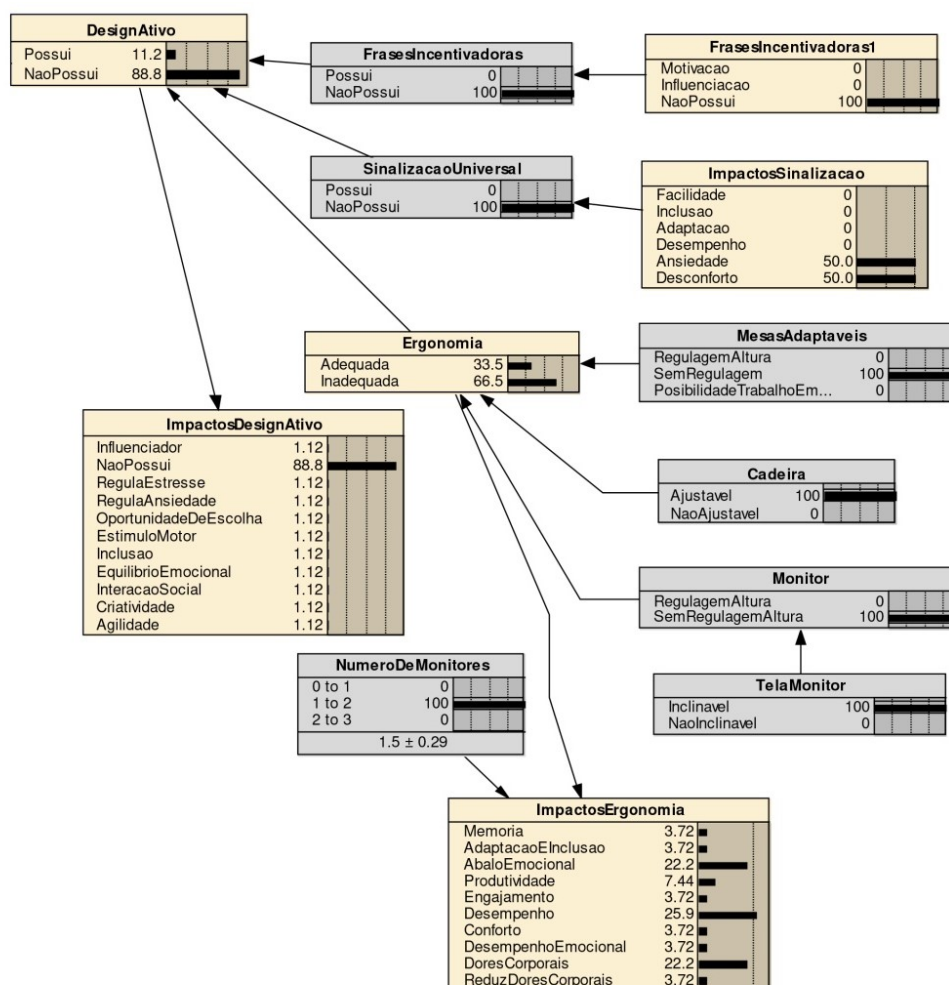


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O ambiente carece de estímulo à mobilidade, não adotando mobiliários leves ou incentivando atividades físicas. Além disso, não incorpora sinalizações universais ou recursos incentivadores que, de acordo com Crízel (2021) e Oppezzo e Schwartz (2014), poderiam impulsionar a neuroplasticidade, a criatividade e a criação de espaços mais flexíveis.

De modo geral, o impacto do design ativo é praticamente nulo. O ambiente carece de estímulos por meio de frases incentivadoras e sinalização universal. Em sua maior parte, a ergonomia do ambiente é projetada de maneira fixa, em conformidade com a norma NR17, mas não oferece a flexibilidade de mesas ajustáveis ou opções de trabalho em pé. As cadeiras têm regulagem, com assento e encosto ajustáveis às proporções dos usuários, enquanto os monitores não possuem ajuste de altura, embora permitam ajuste na inclinação.

Figura 47 – Recorte 05 - RB abastecida – Design ativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os efeitos pela falta de adaptação da ergonomia podem se manifestar por meio de dores corporais e impactos emocionais, além de não serem inclusivos e acessíveis para usuários neurodivergentes. Por outro lado, a utilização de dois monitores melhora o desempenho e a produtividade dos usuários.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 26), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações presentes no abastecimento da rede bayesiana.

Tabela 26 – Análise ergonômica

Análise Ergonômica		
Aspectos	Autores	Estudo de caso
Ergonomia	Espaços com flexibilidade para adaptações podem ser muito benéficos para seres humanos com necessidades específicas. A acessibilidade, rampas, elevadores e outras adaptações para acessibilidade. Alvariño de La Fuente (2013)	33,5% adaptavel e flexivel
	As posturas afetam os processos emocionais dos seres humanos. Postura ergonomicamente ereta, podem afetar positivamente o processamento emocional e a memorização. Michalak, Mischnat e Teismann (2014)	
	Posição Ergonômica ideal: Cadeira: encosto ajustável, permitindo que o indivíduo mantenha a coluna ereta e apoiada, enquanto seus pés permanecem firmes no chão ou em um apoio para os mesmos, formando um ângulo de 90 graus com as pernas. Mesa: altura ajustável, a fim de que a pessoa possa manter seus cotovelos apoiados sobre ela, enquanto seus antebraços se mantêm na mesma altura da mesa. Monitor: posicionado à altura dos olhos, tela inclinada para evitar reflexos. Maciel e Marziale (1997)	
	É possível alcançar um aumento de produtividade de até 44% na comparação de dois usuários que realizam as mesmas tarefas usando dois monitores em vez de um. Anderson et al. em 2003	100%
	A adoção de mesas que permitem alternar entre trabalho em pé e sentado, pode trazer benefícios significativos para a saúde dos trabalhadores, reduzindo dores no pescoço e ombros. A proxêmica espacial, ou seja, a sensação de que um ambiente foi projetado especificamente para as necessidades individuais, pode contribuir para uma melhor adaptação e desempenho dos usuários, especialmente aquelas que possuem necessidades específicas devido à neurodiversidade. Bitter (2022)	-
Design Ativo	O layout, onde espaços com muitos estímulos visuais podem ser desafiadores para usuários com autismo e TDAH, inclusão de áreas de descanso e espaços menos ocupados. A sinalização, orientação espacial e sinalização clara pode ajudar a minimizar a ansiedade e o desconforto de usuários neurodivergentes. Alvariño de La Fuente (2013)	-
	Os funcionários de escritório passam 65% de seus dias de trabalho sentados, o que significa ser entre 6 a 8 horas por dia em sedentarismo. LI et al (2021)	88,2% Inativo
	Relevância da movimentação para a manutenção da saúde do trabalhador. É necessário que a pessoa possa se movimentar com facilidade, levantando-se para alongar-se ou caminhar por alguns minutos a cada hora. Maciel e Marziale (1997)	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A flexibilidade no uso e adaptação do uso do ambiente vai além das rampas e adaptações mínimas para acessibilidade do ambiente, a qualidade de produção e a saúde dos usuários podem se ampliar ao individualizar para cada estação de trabalho as possibilidades de adaptação, sendo inclusivo a uma grande variedade de usuários, flexibilizando o modo de trabalho através da oportunidade da escolha do próprio funcionário.

4.2.6 Análise visual

O ambiente levantado para o estudo de caso foi inteiramente modelado no software Autodesk Revit 2024, onde foi possível extrair proporções de cores, formas e revestimentos (Figura 48).

Figura 48 – Perspectivas isométricas: levantamento/modelagem do ambiente



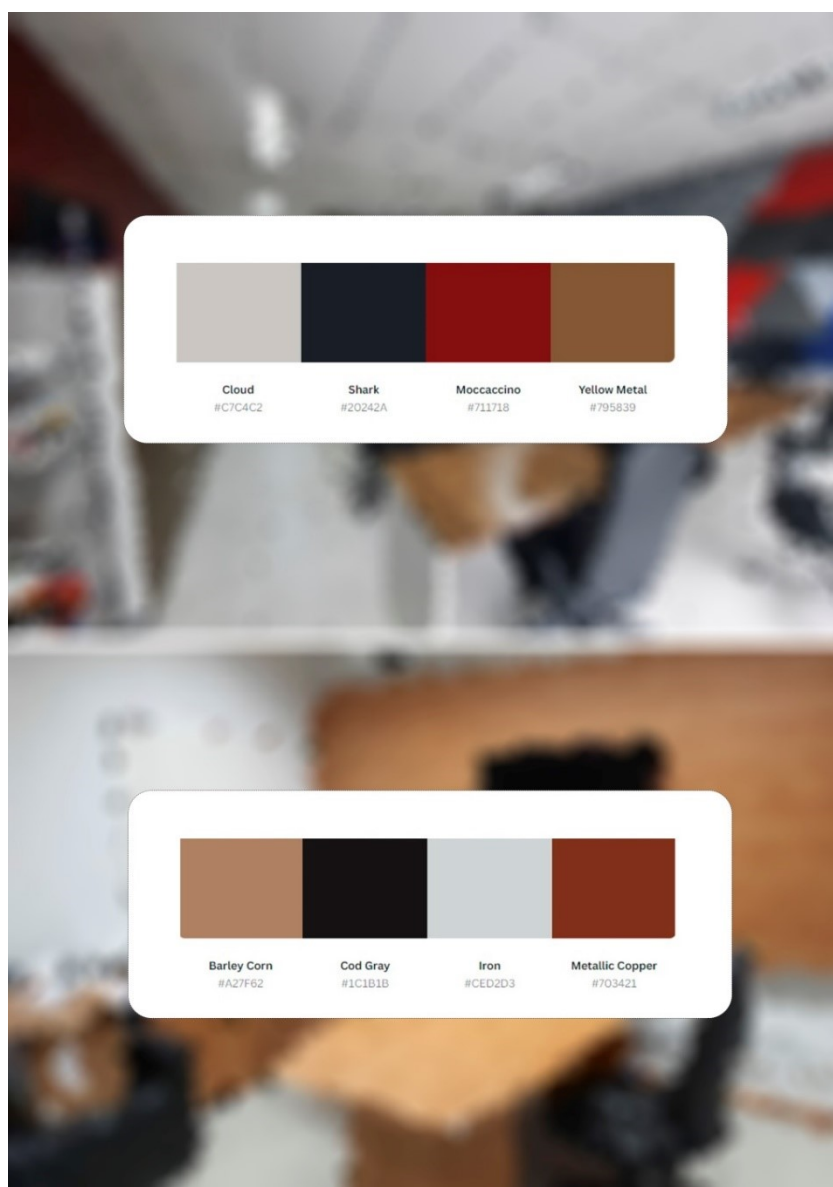
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As cores predominantes no ambiente são o branco e o vermelho. Essas cores são consideradas naturais e têm o potencial de estimular a excitação, foco, atenção, bem como motivar, inspirar, aumentar a criatividade, a felicidade e a produtividade dos usuários.

O brilho das superfícies pode ser enquadrado em três tipos de reflexão – Especular (superfície lustrosa), difusa (superfície lisa) e composta (superfície irregular). Ao analisar os elementos presentes no ambiente percebe-se a

predominância de superfícies difusa no piso de cerâmica cinza; mobiliários de madeira como mesas, armários e painéis, paredes com pinturas acetinadas vermelhas, brancas e papéis de parede, e no forro branco modular em EPS (poliestireno expandido). Superfícies lustrosas são pontuais, presentes no contorno de alguns equipamentos como máquina de café, jarras e monitores.

Figura 49 – Paleta de cores do ambiente



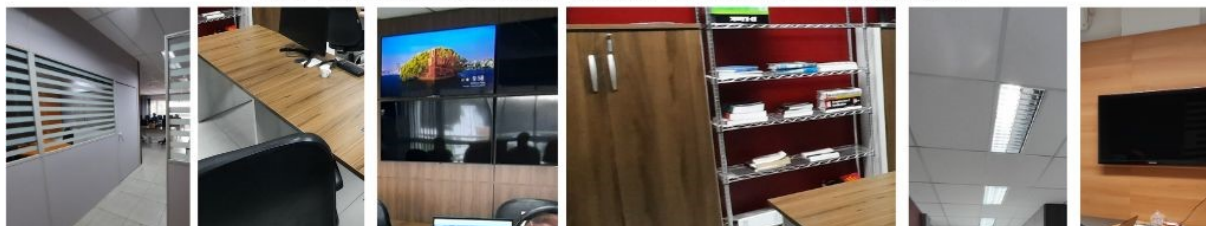
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Não foram identificados elementos formais de simetria, mudança de contraste que representam risco, estilo minimalista ou pé direito elevado no espaço (Figura 50).

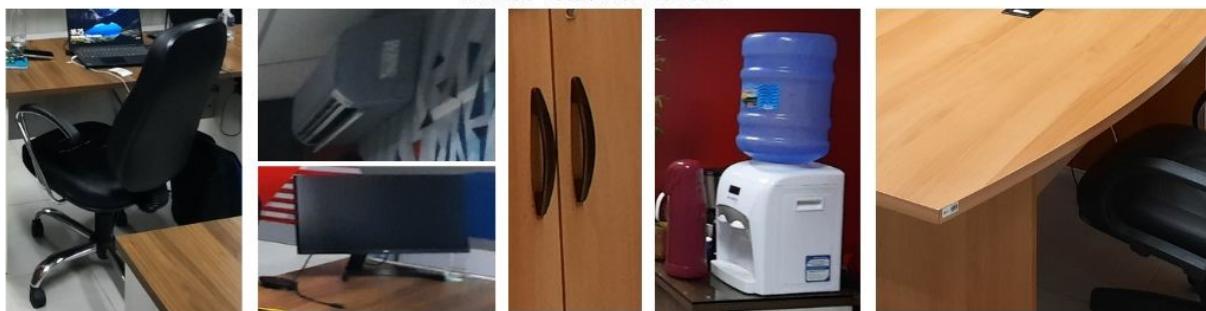
Figura 50 – Quadro das formas existentes



Papel de parede com formas fractais, curvas, retas e triangulares



Linhas retas horizontais

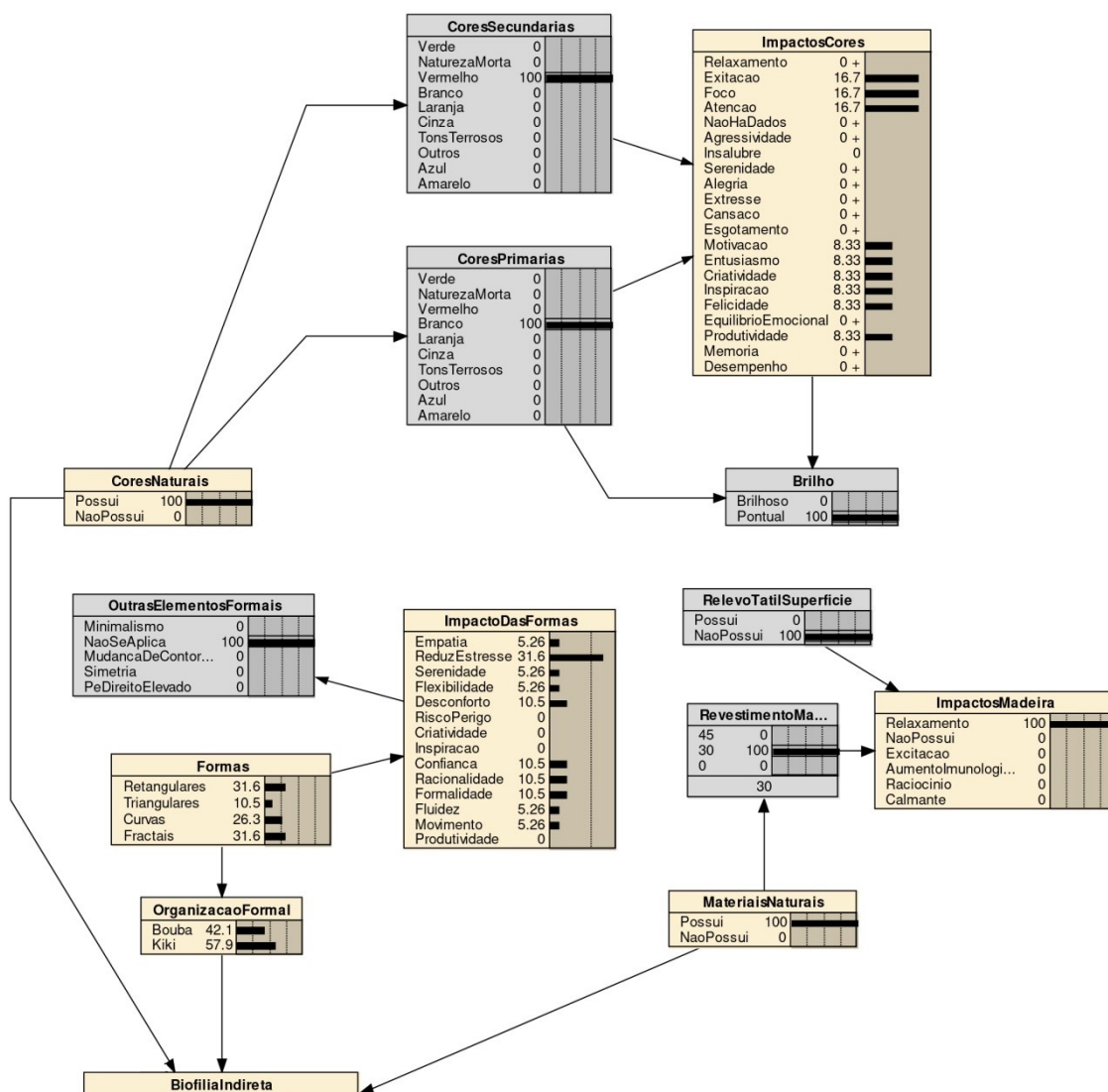


Linhas curvas

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ainda que as formas predominantes sejam retas, observa-se a existência de formas curvas em detalhes de mobiliários e equipamentos, juntamente com fractais e triângulos no papel de parede, criando uma fusão que contribui para a redução do estresse, aumenta a serenidade, a flexibilidade, a confiança, a racionalidade, a fluidez e a sensação de movimento dos usuários. Alguns usuários podem associar o desconforto a formas triangulares, como as presentes no papel de parede na zona de produção, porém seu uso no ambiente é pontual.

Figura 51 – Recorte 06 - RB abastecida – Formas, cores e texturas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cerca de 30% das superfícies no ambiente são revestidas com madeira, entre mesas de trabalho, mobiliários de apoio e painéis de revestimento, todos possuem textura lisa. Isso pode contribuir para o relaxamento dos usuários, criando uma sensação de conforto no espaço.

Foi elaborado um resumo dos dados compilados em uma tabela (Tabela 27), visando proporcionar uma compreensão mais acessível e facilitada das informações presentes no abastecimento da rede bayesiana.

Tabela 27 – Análise visual

Aspectos		Taylor (2008)	Ikei, Song e Miyazaki (2017)	Análise Visual		Browning e Cooper (2015)	Bar e Neta (2006)	Estudo de caso
Organização Formal						Diversos elementos de formas, além dos estilos e composições dos elementos, como simetria, mudança de contorno, minimalismo e pé direito elevado, exercem uma influência significativa no estímulo perceptivo do usuário. Esses fatores desempenham um papel crucial ao realçar estados e sensações emocionais, como empatia, estresse, serenidade, flexibilidade, desconforto, risco ou perigo, criatividade: inspiração, confiança, racionalidade, formalidade, fluidez, movimento e produtividade.	As formas retas podem parecer mais estáticas e inflexíveis. Conceito de robustez e segurança, realçando a percepção de acolhimento, transmitindo a ideia de disciplina e fortitude.	31,80%
	Retangulares							
	Triangulares							10,50%
	Fractais	Auxiliam a reduzir o stress, ocorre devido à predisposição cerebral do ser humano para processar de forma mais eficiente a imagem de fractais e outras proporções da natureza.						31,80%
	Curvas	Podem estar relacionados a formas e proporções da natureza, que podendo ser representados através de formas retas ou curvas.					As formas curvas podem transmitir a sensação de serenidade	28,30%
Cores Naturais						As cores naturais utilizadas no ambiente estão relacionadas a biofilia indireta e podem ser consideradas de influência primária ou secundária.		Branco e vermelho
						67% dos usuários possuem sensações de felicidade em ambientes acentuados com cores verde, amarelo, marrom, branco ou azul.		Branco primário e azul pontual
						As cores encontradas em condições favoráveis à sobrevivência, como o azul, verde em tons médio e escuros, assim como o vermelho, são indicadores de presença de água, vegetação saudável e tons de frutas maduras, tendem a provocar respostas positivas aos seres humanos como aumento da criatividade, relaxamento, excitação, foco e concentração.		Branco primário e azul pontual
Materiais Naturais					Apontam os impactos pela estimulação visual de espaços revestidos com 30% e 45% de madeira. Evidenciou-se que o contato tátil com o material de madeira tem o efeito de acalmar a atividade do córtex pré-frontal, região responsável pela inteligência e pelo raciocínio lógico.			30%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em geral, as formas utilizadas no ambiente estão atreladas com os aspectos citados por Bar e Neta (2006), com o uso predominante de linhas retas, gerando a percepção de segurança aos usuários e clientes, atrelado com o objetivo da marca da empresa responsável pelo ambiente do estudo de caso.

Em relação às cores, há um uso predominante do vermelho que pode, para alguns usuários, passar a sensação de foco e atenção para estresse. Já o uso é assertivo em relação às proporções de branco e azul.

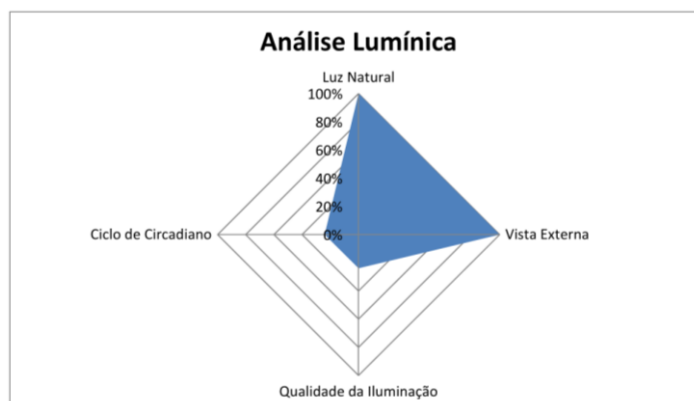
5 ANÁLISE DE INDICADORES – RECOMENDAÇÕES PROJETIVAS PARA AMBIENTES CORPORATIVOS

A análise permitiu uma maior compreensão do espaço, e a relação entre a revisão bibliográfica e comparação com o levantamento do espaço realçaram os efeitos potenciais existentes, bem como as possíveis influências prejudiciais aos usuários, e com base nestes fatores foram gerados os gráficos da análise e o diagnóstico do ambiente.

5.1 Diagnóstico

Iluminação: A iluminação do ambiente é uma combinação de luz natural e artificial. A presença de luz natural é positiva, possui persianas de tecido de acionamento manual para o controle da incidência solar, mas a intensidade de iluminação é insatisfatória, tendo medição máxima em 529 lx, sendo a indicada para o uso deste ambiente 1000 lx, o que pode impactar negativamente o desempenho, produtividade e o bem-estar dos usuários. Além disso, a temperatura de cor da iluminação é exclusivamente fria, o que pode contribuir para a desregulação do ciclo circadiano dos usuários (vide Gráfico 3).

Gráfico 3 – Análise lumínica

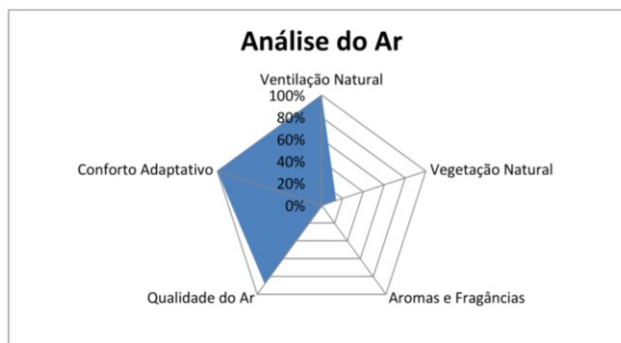


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Qualidade do Ar: O ambiente possui renovação de ar natural, beneficiada pela presença de vegetação externa, mantendo a faixa de umidade relativa do ar na margem indicada de 60%, em clima seco. Isso contribui para a qualidade do ar,

melhorando o humor, o bem-estar, a capacidade cognitiva, a produtividade e a memória dos usuários (vide Gráfico 4).

Gráfico 4 – Análise do ar

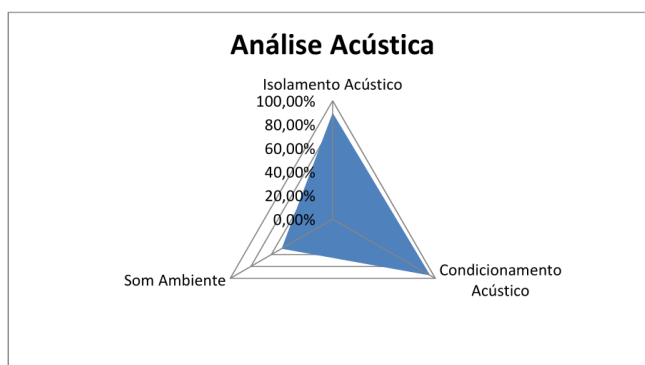


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Conforto Térmico: Dentro do período de coleta, equinócio de primavera, o ambiente mantém uma temperatura operativa adequada, variando entre 18°C e 26°C, o que cria um conforto adaptativo para os usuários. Isso pode melhorar o desempenho, o foco, a atenção e o bem-estar dos usuários.

Acústica: O ambiente mantém uma acústica favorável, é caracterizada por baixa reverberação, abaixo de 0,5 segundos, e a presença de sons naturais que não perturbam o isolamento exterior/interior. Essas qualidades têm o potencial de reduzir o estresse e aprimorar diversos aspectos, como o prazer, a memória, o raciocínio, a produtividade, a atenção, o foco, o interesse e a criatividade dos ocupantes. No entanto, é importante observar que a sala de reuniões carece de isolamento acústico eficiente, permitindo que o som, embora atenuado, se propague para a sala de trabalho coletivo (vide Gráfico 5).

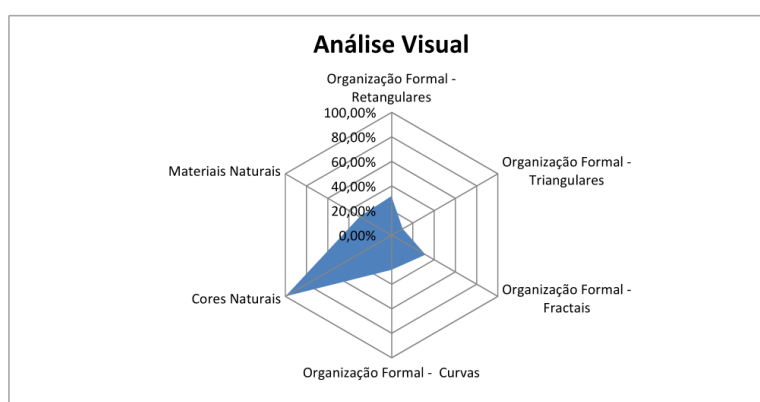
Gráfico 5 – Análise acústica



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Cores: As cores predominantes no ambiente são o branco e o vermelho, cores naturais, e elementos naturais como a madeira, com um brilho acetinado, promovem a sensação de maior acolhimento e segurança. Essas cores têm o potencial de estimular a excitação, o foco, a atenção, bem como inspirar e aumentar a felicidade dos usuários. Já o cinza pode induzir à depressão e ao estresse, bem como o vermelho em excesso. A diversidade de cores nos acabamentos em geral contribui para diferentes percepções na área de trabalho coletivo, mantendo um equilíbrio entre cores vibrantes e neutras (vide Gráfico 6)

Gráfico 6 – Análise visual

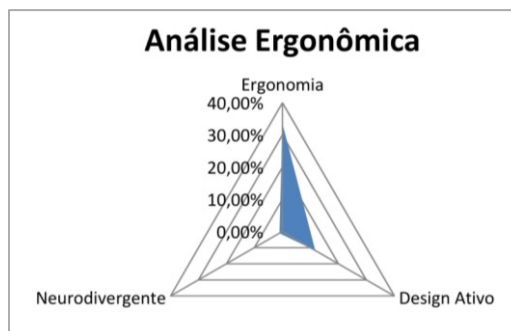


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Formas: O ambiente possui um equilíbrio harmônico entre formas retangulares, curvas, fractais e triângulos. Isso pode contribuir para a redução do estresse, aumentar a serenidade, a flexibilidade, a confiança, a racionalidade, a fluidez e a sensação de movimento dos usuários. Promovendo uma atmosfera agradável e estimulante. Porém há uma descontinuidade e segregação entre a transição dos elementos, dificultando a percepção de unidade do ambiente.

Ergonomia: A ergonomia do ambiente segue as normas, mas com limitações, como a falta de mesas ajustáveis em altura. Isso pode resultar em desconforto físico e emocional para alguns usuários. No entanto, a presença de dois monitores auxilia no desempenho e na produtividade (vide Gráfico 7).

Gráfico 7 – Análise Ergonômica

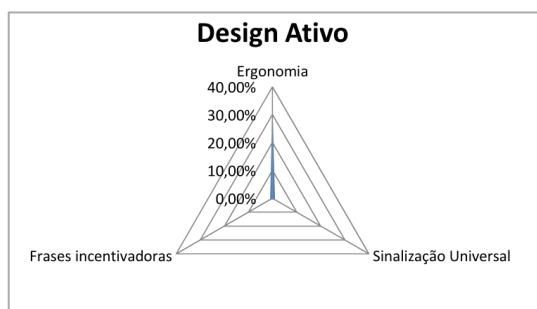


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Atividades de Trabalho: Os funcionários têm flexibilidade para trabalhar presencialmente ou em home office, mantendo uma comunicação direta e trabalho em equipe. Proporções das atividades dentro do ambiente do estudo de caso estão caracterizadas pelo foco em trabalho home office, valorizando o equilíbrio entre espaços abertos e privados para otimizar a interação entre setores e permitir maior concentração em atividades específicas.

Design Ativo e Estímulos Visuais: O design ativo no ambiente é mínimo, com poucos estímulos visuais, flexibilidade no uso dos espaços e sem a utilização de frases incentivadoras e sinalização universal (vide Gráfico 8).

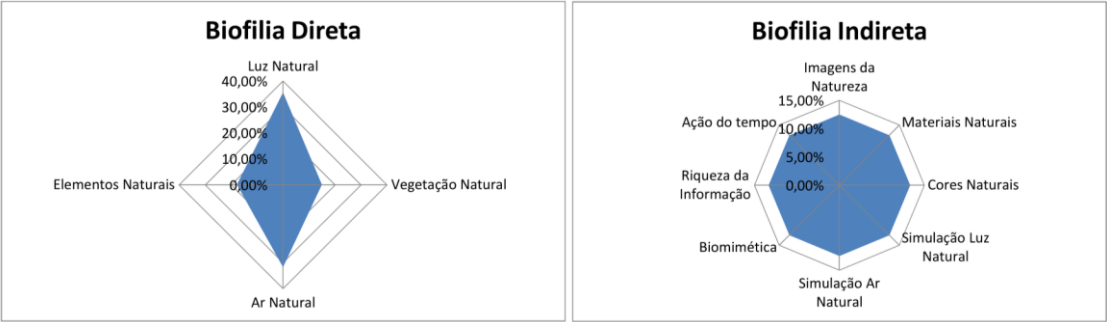
Gráfico 8 – Análise design ativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Vegetação e elementos naturais: A presença adequada de iluminação e ventilação naturais ofereceu benefícios significativos para as ocupações diretas no espaço. Entretanto, é notável uma ausência relativa de elementos e materiais naturais, bem como uma escassez de vegetação natural no ambiente, o que pode ser considerado um aspecto a ser melhorado para aprimorar a conexão e interação dos usuários com a natureza, dentro do espaço analisado (vide Gráfico 9).

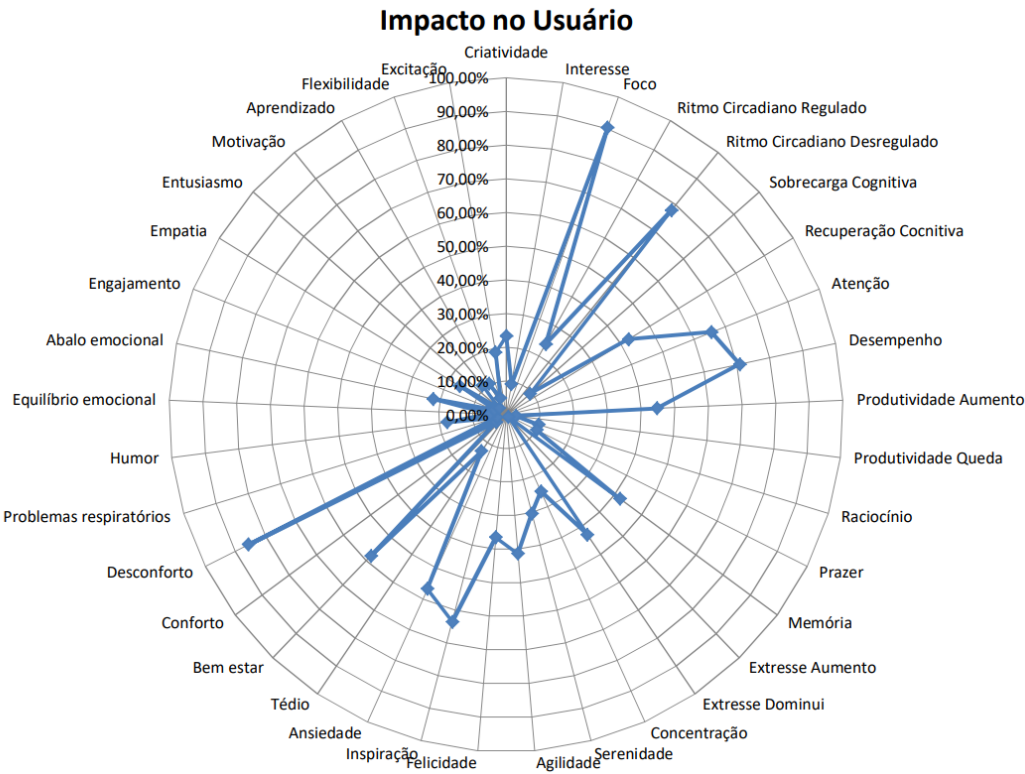
Gráfico 9 – Análise biofilia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Impacto no usuário: A conjunção de elementos como formas, cores, elementos naturais, iluminação, ergonomia, acústica, conforto térmico e qualidade do ar exerce diferentes níveis de impacto sobre o usuário. Dentro de um mesmo ambiente, podem coexistir soluções que se contrapõem: enquanto uma acústica favorável pode resultar na redução do estresse, a ausência de soluções ergonômicas e uma iluminação inadequada podem desencadear dores corporais, instabilidade emocional e, conseqüentemente, um aumento nos níveis de estresse (vide Gráfico 10).

Gráfico 10 – Análise impacto no usuário



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

De modo geral, o ambiente possui características que podem impactar positivamente a qualidade de vida, o bem-estar e o desempenho dos usuários, as formas e o design são de fácil leitura, mesmo que em alguns pontos desconexa, não prejudicam a navegação e o entendimento, além de não possuem excesso de estímulos, o que auxilia no comportamento condizente com a atividade e com a capacidade de decisão. A presença de materiais acústicos com superfícies de alta absorção contribui para a minimização do ruído e da reverberação, enquanto os revestimentos exibem um nível de brilho apropriado. A iluminação e a ventilação natural são suficientes para emanar uma boa circulação do ar, apoiar a iluminação artificial e permitir visualização para as áreas externas. Além disso, o espaço inclui áreas que possam acomodar diferentes estilos de trabalho, desde tarefas individuais até colaborativas, no caso a estratégia da sala de reuniões que pode ser flexibilizada para atividades que requerem concentração mesmo com a disposição de mobiliário rígida e imutável. No entanto, enfrenta desafios, como deficiências na iluminação artificial e questões ergonômicas que podem ser qualificadas.

5.2 Recomendações projetivas - diretrizes gerais

Com base no diagnóstico obtido, na etapa final do estudo foram propostas recomendações projetivas de qualificação do ambiente:

Iluminação: Aproveitar mais a luz natural através de um controle automático das persianas e da luz artificial nos quesitos intensidade e temperatura, substituindo o sistema de iluminação atual para painéis que permitam esta regulação, desta forma haverá uma iluminação enquadrada com as normas vigentes, assertiva para cada etapa do dia e auxiliará a manter o ciclo circadiano dos usuários regulado.

Reposicionar as mesas para o sentido perpendicular à porta-janela evitará reflexos nas telas de trabalho e proporcionará os benefícios da visão periférica para o exterior, aproveitando para criar espaços flexíveis e dinâmicos.

Qualidade do ar e Ventilação Natural: Recursos de otimização da ventilação natural e acionamento automático do ar-condicionado, facilitarão a entrada de ar fresco e melhorar a qualidade do ar.

Vegetação e elementos naturais: Integrando elementos verdes, como plantas ou paredes verdes que dependem de pouca incidência solar e que absorvam umidade do ar, aprimorando a qualidade do ar e o bem-estar dos usuários. Além

disso, a inclusão de vegetação frutífera pode estimular a criatividade, inovação e contribuir para a redução do estresse, resultando em maior produtividade. Essas características também podem influenciar positivamente a percepção do ambiente, incluindo a interação com o paladar dos usuários.

O uso de formas curvas pontuais pode trazer a percepção de mais flexibilidade cognitiva e empatia entre usuários e clientes. Trabalhar elementos contínuos ampliará o espaço, criando a sensação de unidade, facilitando a leitura e percepção do ambiente.

A incorporação de superfícies de madeira em relevo, estimulando o tato, podem promover aumento no raciocínio, calma e qualificar a imunidade dos usuários.

Conforto térmico: Criar zonas de controle de temperatura como forma de aprimoramento, onde os usuários possam ajustar as condições de acordo com suas preferências, sistemas de aquecimento ou resfriamento local.

Conforto acústico: Proporcionar um isolamento adequado para as divisórias da sala de reuniões e incorporar elementos naturais, como a água, pode gerar um ruído ambiental suave, ruído rosa, atenuando a percepção dos sons da fala no espaço. Isso, por sua vez, promove uma maior capacidade de concentração, estimula a memória e reduz os níveis de ansiedade e estresse.

Ergonomia: Estações de trabalho ajustáveis em altura para permitir que os usuários escolham entre trabalhar sentados ou em pé, Integrar monitores ajustáveis ou dispositivos que proporcionem esta regulação em relação a mesa para garantir que a tela esteja alinhada com a altura dos olhos dos usuários, são estratégias que fomentarão a inclusão, o conforto e preservarão a saúde postural. Além de promover conforto e reduzir desconfortos físicos, essas diretrizes podem contribuir para um maior engajamento, entusiasmo, motivação, melhor desempenho emocional e maior produtividade por parte dos usuários.

Design Ativo e Estímulos Visuais: Integrar elementos de design ativo, como frases motivacionais e sinalizações visuais são capazes de inspirar os usuários e apoiar seu trabalho.

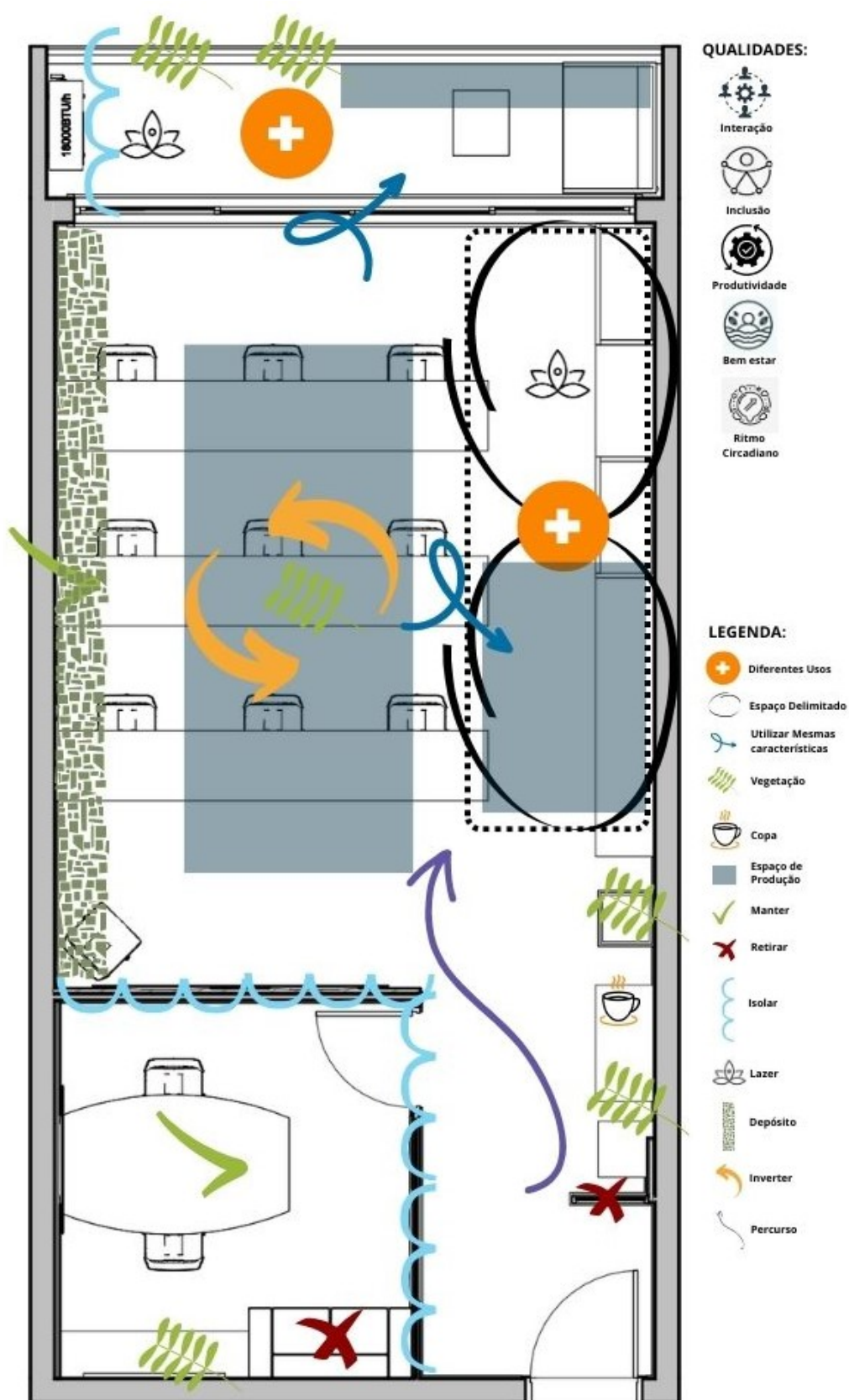
Reposicionar os mobiliários, qualificando as zonas consideradas com ócio de uso, na zona de produção e sacada/estar, gerando maior diversidade no uso dos ambientes, a oportunidade da escolha de diversos locais onde trabalhar – espaço coletivo, privado, fechado, aberto, interior ou exterior - em conjunto com a

mobilidade colaborará no combate a fadiga, cansaço e dores além de impulsionar a neuroplasticidade, criatividade e produtividade.

Em união com a flexibilidade do espaço e possibilidades de regulagens ergonômicas a proxêmica espacial trará a sensação de que um ambiente foi projetado especificamente para as necessidades individuais e pode contribuir para uma melhor adaptação, neurodiversidade e desempenho dos usuários.

As recomendações gerais, assinaladas na figura 60, podem auxiliar na tomada de decisão do projeto arquitetônico e otimizar o ambiente nos quesitos identificados com baixo estímulo (criatividade, produtividade e motivação), estimulando os demais sentidos além da visão, como o tato e o paladar, melhorando o bem-estar e o desempenho dos usuários e atendendo às suas necessidades de forma eficaz.

Figura 52 – Neuroarquitetura aplicada ao projeto arquitetônico – Recomendações gerais



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

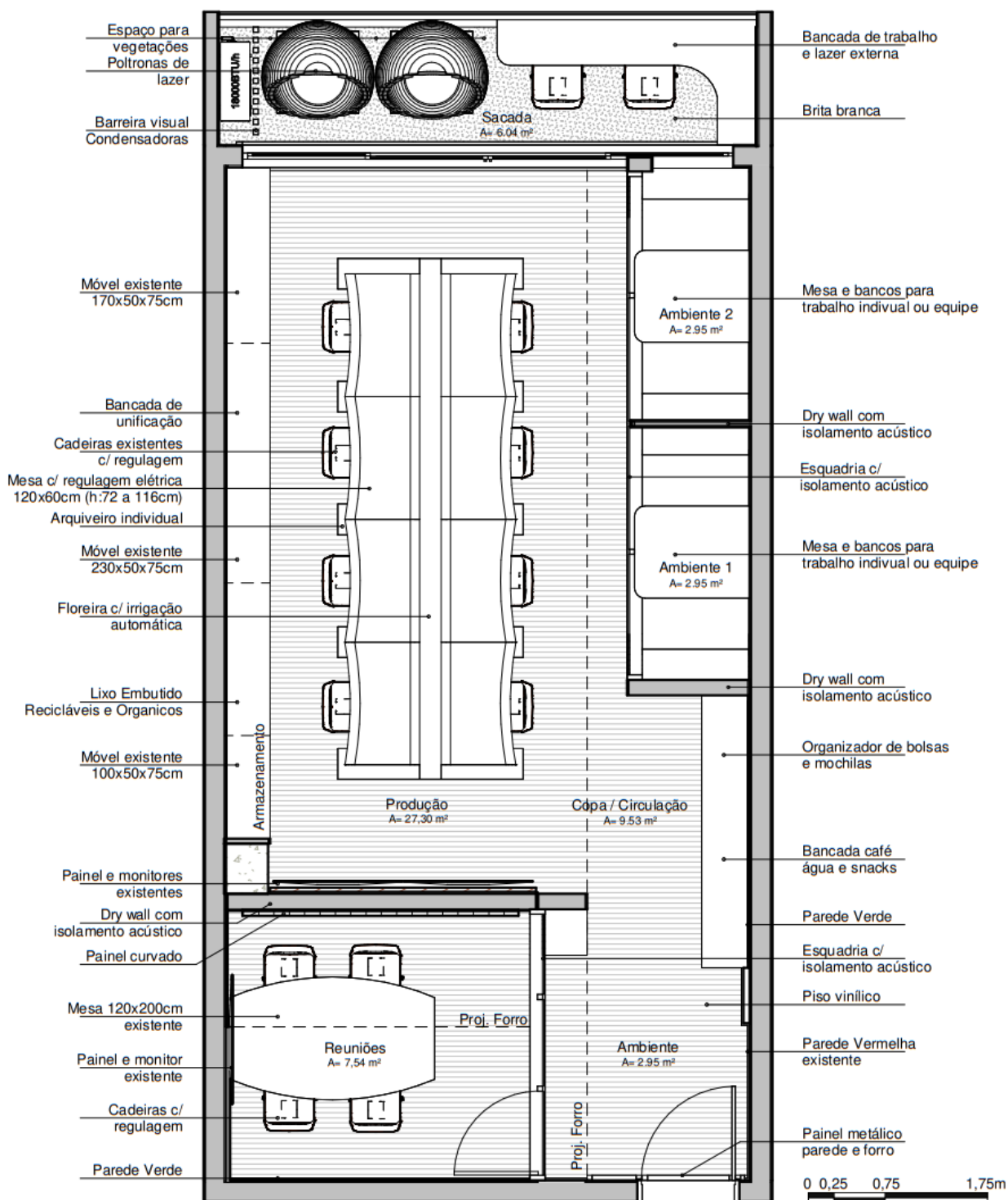
Em maior parte, a valência do ambiente será positiva, trazendo satisfação, serenidade, felicidade e excitação, de modo bem equilibrado no sentido de atividade baixa e alta, ambas de valência positiva, ao mesmo tempo que possui elementos que induzem a calma e relaxamento ao usuário, possui anuências de excitação, abrangendo as dimensões de avaliação emocional de prazer e ativação em um ambiente dinâmico e flexível, com a resiliência psicológica fortalecida pelo lugar.

5.3 Proposta aplicada - anteprojeto

Este capítulo visa exemplificar a implementação de uma proposta de projeto, fundamentada nos princípios da neuroarquitetura, utilizando as diretrizes estabelecidas no capítulo 5.2. Este lançamento do projeto ocorreu no mesmo espaço do estudo de caso e destaca um quadro síntese, detalhando os elementos aplicados e sua avaliação qualitativa, abordando áreas como ventilação, iluminação, ergonomia, ruído e fluxo no ambiente estudado.

A proposta pode ser enquadrada em um anteprojeto, onde estão definidos os elementos formais, funcionalidades, dimensões e noções de materialidades. Não foram desenvolvidos ou assinalados especificações de materiais, detalhamento de métodos construtivos e projeto executivo.

Figura 53 – Planta baixa – Proposta de projeto



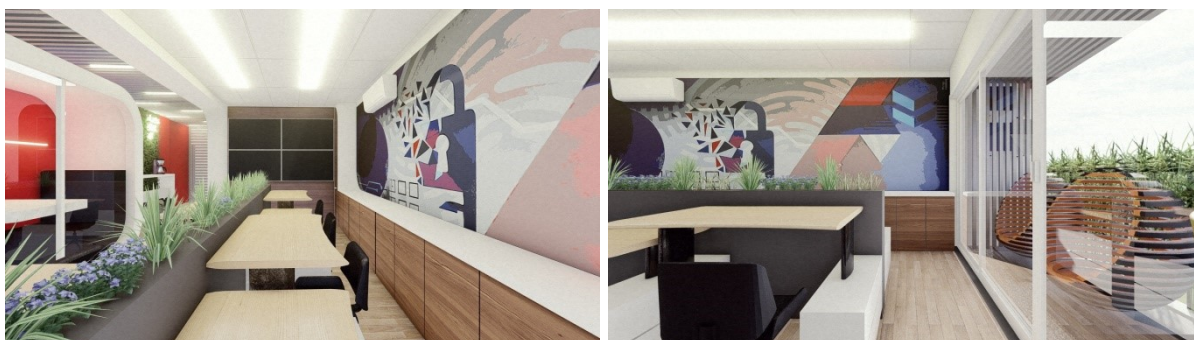
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O revestimento atual do piso teve sugestão de emprego de material vinílico, em tons amadeirados. Na área externa, mais especificamente na sacada, foi sugerido que o desnível fosse preenchido com britas brancas. Essa escolha não

apenas proporciona facilidade na acessibilidade universal, mas através da sensação tátil também contribui para uma experiência auditiva que simula a transição para um ambiente diferente. Este arranjo tem o intuito de estimular cognitivamente os usuários, promovendo tanto o relaxamento quanto o bem-estar, e evocando a sensação de proximidade com a natureza.

Para as bancadas de armazenamento foi sugerido aproveitar as mesmas, organizadas em linha, seguindo a lei de Gestalt de proximidade, e novos móveis para complementar a área de armazenamento e um tampo foram adicionados ao projeto, perfazendo a união dos elementos e dando a sensação de unidade. O painel e os monitores posicionados na parede de divisória também foram mantidos para auxiliar na continuidade da materialidade da linha de armazenamento (vide Figura 54).

Figura 54 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Área de produção



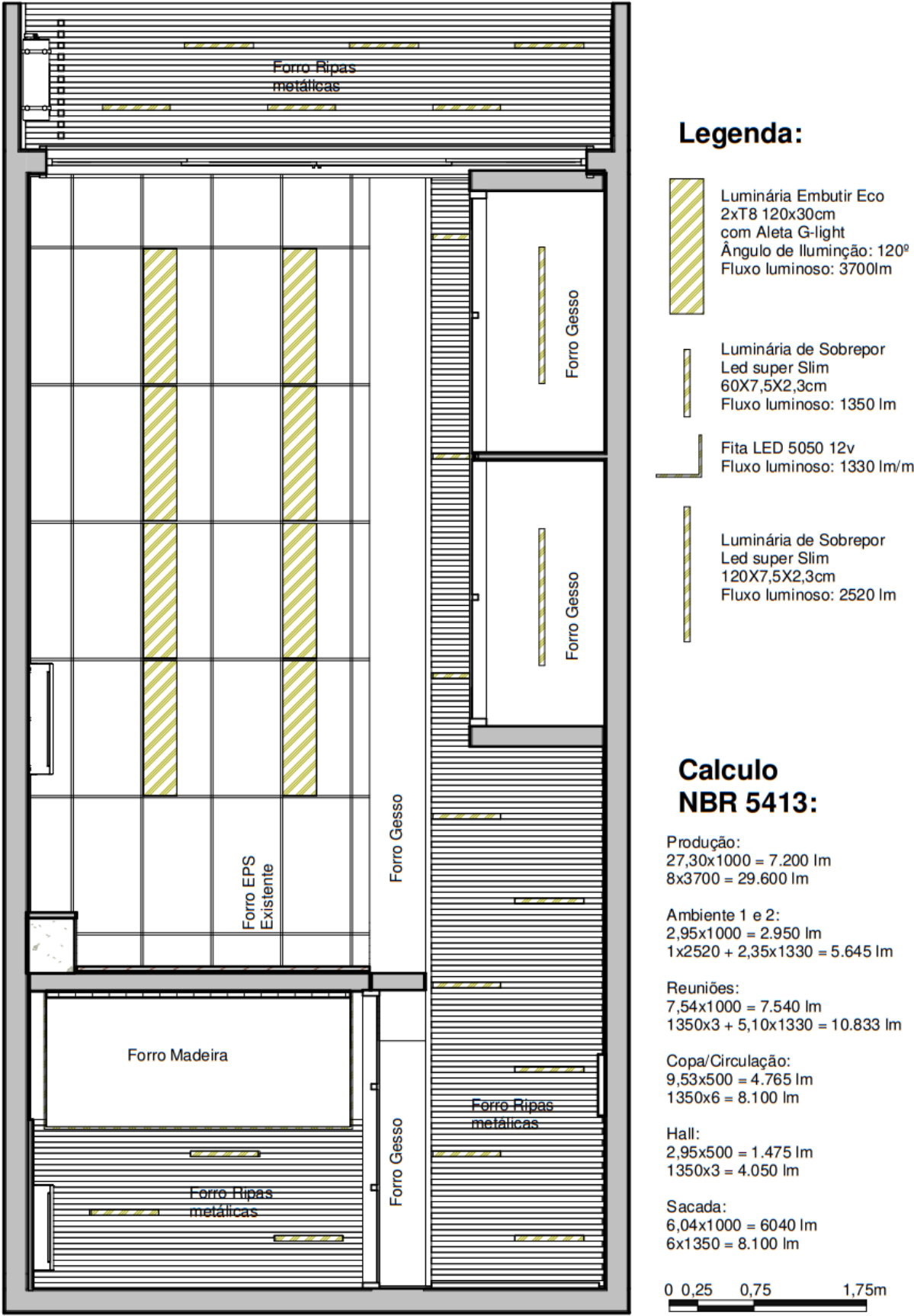
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A decisão de preservar o papel de parede atual, ornamentado com elementos de fractais, triângulos, linhas retas e curvas, fundamenta-se na compreensão dos benefícios cognitivos derivados da combinação equilibrada dessas formas bulba e kiki, no projeto. Essa escolha visa não apenas manter a estética visualmente atrativa do ambiente, mas também reconhece o impacto psicológico positivo proporcionado pela interação equilibrada e sinérgica desses elementos sobre a experiência sensorial e perceptual dos usuários.

No projeto, as mesas atuais foram substituídas por estações de trabalho equipadas com sistema de regulação de altura, operado por um dispositivo elétrico. Esse sistema permite a variação na altura das estações, abrangendo desde 72 cm até 116 cm. Adicionalmente, suportes de ajuste de altura para monitores, capazes de acomodar dois monitores simultaneamente, foram fixados na parte posterior das

mesas. Este design permite que, mesmo quando o usuário optar por trabalhar em pé, reposicionando sua cadeira sob a mesa, os monitores se movam sincronicamente e permaneçam ajustados à altura dos olhos do usuário. O tampo destas mesas será de madeira natural com relevo – textura das renhuras - potencializando o sistema imunológico e com o potencial de diminuir a tensão dos usuários. As cadeiras que já estavam presentes no ambiente foram mantidas devido à possuírem sistema de regulação de altura e encosto. Essa abordagem busca otimizar a ergonomia e a adaptabilidade do ambiente às preferências individuais dos usuários (Figura 55).

Figura 55 – Planta de forro – Proposta de projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

As luminárias de embutir modelo Eco 2xT8, foram estrategicamente mantidas e realocadas para a área de produção, foram dispostas em linhas contínuas sobre as mesas de trabalho, aderindo integralmente aos padrões estabelecidos pela NBR 5413. Essa disposição não apenas se alinha com as normativas de iluminação, mas também contribui para fortalecer a sensação de segurança percebida pelos usuários. Quanto ao forro existente em EPS, foi mantido em todos os ambientes, na área da produção, manteve-se aparente.

Em contrapartida, um forro metálico foi introduzido, começando no hall de entrada, conectando a porta de entrada até a sacada, estendendo-se lateralmente pela sala de reuniões. Além de refletir as cores da marca da empresa que ocupa o espaço, desempenha uma função prática como guia visual, adotando a técnica de *wayfinding* para orientar os usuários pelos diferentes ambientes disponíveis. Dada a extensão do ambiente que se configura mais comprido do que largo, foi adotada uma estratégia para mitigar a percepção de velocidade ao longo das linhas retas longitudinais. O forro metálico foi posicionado perpendicularmente, e suas luminárias, dispostas alternadamente, desta forma, não apenas há distribuição homogênea da luz, mas também organizam o ritmo do deslocamento do usuário no ambiente.

Importante destacar que todas as fontes de luz elétrica estão integradas ao sistema de automação, que ajusta automaticamente a temperatura da luz ao longo do dia. Além disso, o sistema regula a intensidade da luz natural por meio do controle automático das persianas, cuja estrutura foi mantida, apenas sendo adaptada para incorporar a automação ao trilho existente. Estas estratégias auxiliaram a manter o ciclo circadiano dos usuários regulado, indiferente do horário que desenvolverão suas atividades.

Figura 56 – Perspectivas isométricas: proposta/modelagem do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Linhas curvas foram incorporadas aos móveis e divisórias leves, eliminando propositadamente cantos ou quinas "vivas". Essa abordagem visa não apenas aprimorar a estética do ambiente, mas também fomentar a criatividade e empatia entre os usuários.

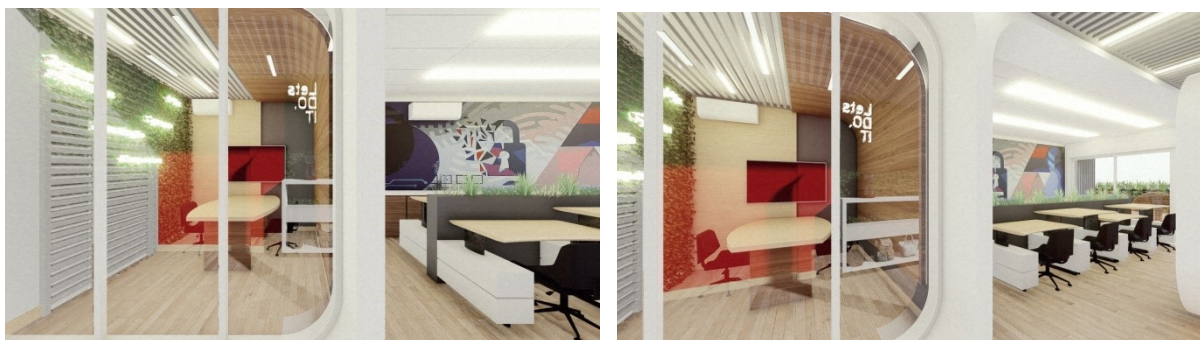
Na sala de reuniões, um painel curvo, conectando o plano do teto à parede de *drywall*, foi cuidadosamente concebido para evocar o comportamento de flexibilidade e empatia em uma extremidade da sala. Do outro lado, uma parede verde, ornada com palavras iluminadas em "letra caixa" que encapsulam os valores fundamentais da empresa, não só serve como uma fonte inspiradora para os usuários, mas também desempenha um papel estratégico na condução das reuniões. Essa configuração específica pode contribuir para direcionar o foco e o tom da reunião.

Por exemplo, em discussões sobre assuntos inovadores ou potencialmente reativos, posicionar os participantes de frente para o elemento curvo pode criar uma

atmosfera de maior flexibilidade e empatia. Por outro lado, ao apresentar contratos ou temas mais formais, é aconselhável que o apresentador esteja de costas para a parede verde, proporcionando aos participantes uma visão motivadora das palavras iluminadas e das linhas retas no forro, que instigam uma sensação de segurança e acolhimento, complementadas pelos elementos verdes naturais. Essa consideração do design não apenas eleva a estética, mas também contribui para a dinâmica e eficácia das interações no ambiente de reuniões.

A porta principal da sala, com 0,9m de largura, foi complementada pela inserção de uma porta de mesma dimensão para o acesso à sala de reuniões. Além disso, o ambiente foi configurado de modo que as circulações principais não possuam menos de 1,2m de largura, facilitando a acessibilidade universal.

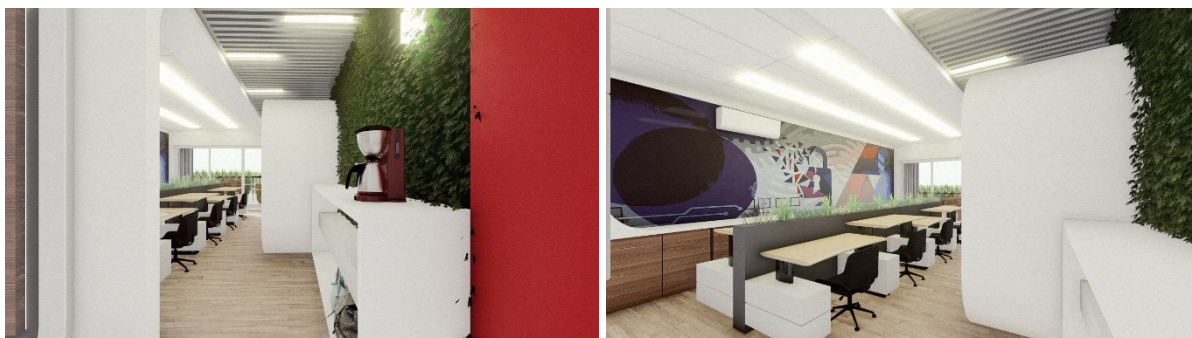
Figura 57 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Hall e reuniões



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A decisão de manter a estrutura da mesa de reuniões já existente, assim como o painel e monitor associados a ela foi devido à sua materialidade e elementos formais. Contudo, uma alteração foi implementada no painel, que foi invertido em sua disposição. Agora, sendo posicionado entre o piso e o forro, estendendo-se ao longo da vertical da sala e criando uma conexão visual linear que percorre a transição de materialidade, indo desde o forro até o piso. Essa reconfiguração não apenas introduz uma dinâmica visual ao espaço, mas também redefine a percepção do painel, transformando-o em um elemento estrutural que contribui para a coesão estética geral do ambiente de reuniões.

Figura 58 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Hall e Copa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A cor vermelha, existente em toda parede sul foi mantida, esta estratégia direciona o foco e a atenção dentro dos ambientes um e dois, estimulando a concentração individual nesta parte, como também devido à permeabilidade visual da esquadria, que permite a mesma percepção para o ambiente de produção. Uma faixa central de parede verde foi adicionada para diminuir a intensidade do vermelho que, em excesso, pode extimular o estresse. Esta solução beneficia a produtividade, bem-estar e a criatividade, além de diminuir as chances de desenvolvimento de depressão e estresse, por estar sempre no campo de visão ou na visão periférica dos usuários.

Uma frase motivadora foi adicionada proximo à copa, para inspirar os usuários e apoiar seu trabalho, esta solução também foi adotada na sala de reuniões.

Na zona central, entre as estações de trabalho, foi disposto um elemento com irrigação automática com vegetações naturais como: Aloe vera, que é capaz de eliminar o formaldeído; o crisântemo que é um potente purificador do ar, capaz de eliminar substâncias como tricoetileno, formaldeído e benzeno; lavanda que é um aromatizantes natural ao ambiente, além de ter propriedades que acalmam; e jabuticabeira que sua fruta ajuda a regular intestino e a pressão, além de fornecer o estímulo ao paladar e de percepção de passgem do tempo.

Na sacada foram dispostas palmeiras rafis, visando diminuir a entrada de possíveis poluentes vindos do exterior do edifício. E os painéis de jardim vertical, que também contam com irrigação automática, possuem o vegetal hera inglesa, auxiliando na purificação do ar nos ambientes e, também, como elemento de continuidade de leitura, percebido na passagem entre os ambientes, conectando sacada, produção, hall e reuniões.

Figura 59 – Perspectivas proposta/modelagem do projeto – Diferentes zonas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Projetou-se para que cada zona distintiva seja destinada ao trabalho, produção, reuniões ou lazer, divididas em ambiente de produção, sala de reuniões, sacada, ambiente 1 e ambiente 2, além das flexibilidades de escolha da forma como serão utilizadas, também apresentam um sistema de temperatura individualizado, com ar-condicionado específico e controle independente de iluminação natural e artificial.

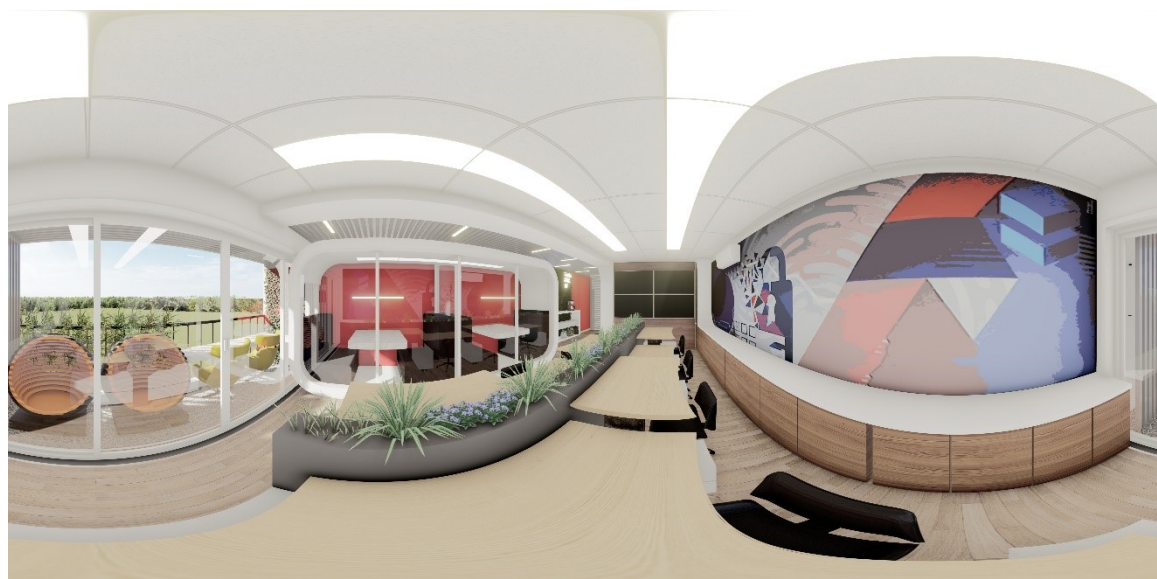
Essa diferenciação não apenas atende às necessidades específicas de cada área, mas também oferece aos usuários a flexibilidade de escolha. Eles podem optar por um local de trabalho, seja individual ou em equipe, dependendo das necessidades do momento, e escolher entre ambientes internos ou externos e selecionar zonas que favoreçam maior concentração, como no caso dos ambientes 1 e 2, que são isolados acusticamente. Alternativamente, os usuários podem optar por espaços mais propícios à criatividade, alegria e contato com a natureza, como na sacada, onde cadeiras em tons vibrantes, como laranja e amarelo, foram posicionadas para enfatizar essa atmosfera.

Essa variedade de ambientes não apenas responde às necessidades funcionais, mas também contribui para a flexibilidade geral do espaço, permitindo que, durante os intervalos das atividades profissionais, o ambiente seja transformado para proporcionar lazer, ajustando as intensidades de luz ou aproveitando a estrutura para promover o bem-estar. A estratégia de distribuição proporciona uma experiência mais holística e adaptável aos usuários, integrando efetivamente os diferentes aspectos do ambiente de trabalho.

Para a simulação do ambiente, o projeto desenvolvido no software Autodesk Revit 2024, teve suas imagens panorâmicas renderizadas e inseridas na plataforma

kuula.co, para imersão em realidade virtual. Podendo contribuir para percepção dos usuários e entendimento da proposta.

Figura 60 – Qr code – perspectivas 360° proposta/modelagem do projeto



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após o diagnóstico do ambiente em sua condição atual, a proposta do projeto se fundamentou na melhoria substancial dos elementos perceptivos dos usuários. Essa abordagem envolveu a integração de alternativas e estímulos até então pouco explorados, visando aprimorar significativamente o ambiente. O objetivo principal consistiu em elevar o padrão de bem-estar e qualidade de vida dos ocupantes, adaptando de maneira precisa o ambiente às necessidades específicas dos usuários e aos tipos de uso requeridos. Essa iniciativa reflete um compromisso intrínseco com a otimização da experiência do usuário, buscando harmonizar o espaço físico com as demandas individuais e coletivas, resultando em um ambiente mais qualificado e adaptado às complexidades e nuances das atividades desempenhadas.

6 CONCLUSÃO

Nesta dissertação de mestrado, investigou-se o diagnóstico de um ambiente corporativo por meio da integração de dados e elementos da neuroarquitetura, visando a compreensão das percepções e comportamentos dos usuários. O emprego da probabilidade condicional por meio de redes bayesianas como uma ferramenta para analisar as relações entre o ambiente construído e as respostas cognitivas e emocionais dos usuários.

O objetivo principal da pesquisa foi investigar, por meio da neuroarquitetura, os fatores comportamentais relacionados à qualidade dos espaços em ambientes corporativos de escritórios administrativos. Através da metodologia aplicada, foi possível obter a compreensão do espaço analisado, destacando tanto os efeitos potenciais benéficos quanto às possíveis influências prejudiciais aos usuários. A comparação entre a revisão bibliográfica e o levantamento do espaço realçou esses aspectos, os quais foram refletidos nos gráficos da análise e no diagnóstico do ambiente.

Considerando o diagnóstico obtido, a fase final do estudo concentrou-se na proposição de recomendações projetivas destinadas a qualificar o ambiente corporativo administrativo do estudo de caso. Nesse sentido, a análise das variáveis comportamentais desses espaços ofereceram insights para aprimorar as recomendações do projeto arquitetônico corporativo administrativo, propondo inclusões e ou alterações metodológicas de soluções voltadas ao bem-estar, ao estímulo das cognições, equilíbrio emocional, sensações de flexibilidade, conforto e comportamentos de empatia, motivação e desempenho para a eficácia dos usuários no espaços de trabalho, independentemente da estética que lhe for atribuída.

Ao considerar oito categorias de elementos neuroarquitetônicos, como iluminação, uso das cores, formas e elementos, biofilia, ergonomia, conforto térmico e acústico, utilizando 55 elementos que impactam a experiência e o comportamento dos usuários. Este número não é definitivo, podendo ser ampliado conforme os avanços tecnológicos, científicos e novas evidências, descobertas. Assim como a análise do ambiente pode ser aplicada em diferentes épocas do ano, o que permite aprofundar o prognóstico da pré-existência.

A proposta aplicada, correspondente ao anteprojeto de arquitetura, não foi incorporada como componente metodológico neste estudo em virtude da vastidão de

abordagens, alternativas, estilos e métodos projetuais que profissionais da área podem empregar, com o mesmo embasamento e com as mesmas diretrizes e recomendações extraídas do presente estudo. Essa decisão fundamenta-se na compreensão da ampla diversidade e flexibilidade inerentes ao processo de criação arquitetônica, reconhecendo que as interpretações e materializações dessas orientações podem variar significativamente entre diferentes profissionais, resultando em uma gama extensa de soluções viáveis. Dessa forma, a análise se concentra nas diretrizes e princípios, abstraindo-se das particularidades projetuais, a fim de preservar a generalidade e a aplicabilidade mais ampla das descobertas obtidas.

Como forma de *feedback*, um relatório contendo a síntese, análise, diagnóstico do ambiente e a proposta aplicada foi fornecido à empresa responsável por viabilizar e apoiar a realização do estudo de caso. Esse documento, pode ser encontrado no **APÊNDICE B**, para referência do produto de entrega.

Entretanto, vale ressaltar que a importância relativa de cada elemento pode variar dependendo do contexto específico, como a cultura regional, faixa etária, perfis individuais, deficiências físicas, cognitivas e vivências pessoais. Esses fatores podem ser considerados no processo de projeto, uma vez que cada elemento representa uma peça do quebra-cabeça que compõe a percepção global do ambiente.

A compreensão da interconexão neural entre as sensações percebidas e as respostas emocionais no ambiente construído é uma prática em evolução. À medida que desvendamos mais profundamente a neuroarquitetura e o neurodesign, surgem novas perspectivas e descobertas. É inegável que o design do ambiente pode influenciar cognições, sensações e comportamentos dos ocupantes, proporcionando oportunidades para melhorar a qualidade de vida e a eficiência no trabalho.

A relação entre neurociência e arquitetura, especialmente através da arquitetura cognitiva, oferece um terreno fértil para a criação de ambientes que promovam intencionalmente comportamentos desejados. Essa abordagem, pode ser aplicada de maneira prática, integrando princípios neuroarquitetônicos nas decisões de projeto, desde a seleção de materiais até a configuração do espaço, refletindo valores e propriedades na comunicação entre empresas e sociedade através da percepção do ambiente.

É fundamental destacar que a neuroarquitetura é uma disciplina em desenvolvimento, sujeita a constante evolução e descobertas. O conhecimento apresentado nesta dissertação pode evoluir conforme novas pesquisas e práticas emergirem. No entanto, o cerne da abordagem permanece: ao entender e aplicar a interação entre o espaço físico e a resposta neural, pode-se moldar ambientes que contribuam para o bem-estar e a produtividade dos ocupantes.

Nancy Hickey (Human Spaces, 2021) resumiu a essência desse enfoque ao afirmar que o ambiente de trabalho tem o potencial de não apenas ser ergonômico e confortável, mas também de enriquecer a saúde e o desempenho dos indivíduos. Essa perspectiva se alinha perfeitamente ao cerne da neuroarquitetura: a criação de espaços que realmente impactam positivamente a vida das pessoas. Com base nisso, concluímos que a neuroarquitetura é uma ponte entre o design e a ciência, um caminho que permite que o ambiente construído seja moldado para inspirar, acolher e potencializar a experiência humana e pode ser um produto antecessor ao projeto, a ser desenvolvido por arquitetos e designers a partir de um serviço de identificação e compilação do design baseado em evidências para a condição a ser trabalhada, produzido e entregue um documento formal das validações e resultados, seja de um ambiente a ser construído ou em qualificação.

6.1 Contribuições e trabalhos futuros

As redes bayesianas, amplamente utilizadas no campo da Inteligência Artificial para tratamento de incertezas e apoio à tomada de decisões sistêmicas, têm uma aplicação que atribui um grau de crença entre 0 e 1 a cada possibilidade, permitindo que os agentes lidem com alto grau de incerteza. Essas redes analisam probabilidades das evidências, o que possibilita realizar diversos tipos de consultas, como mencionado por Russell e Norvig (2004).

No contexto deste estudo, a aplicação das redes bayesianas pode contribuir para a qualificação da geração de imagens produzidas por inteligência artificial. Isso envolve relacionar a composição formal e estratégias descritas no *prompt* de comando com os objetivos de comportamento desejados dos usuários no ambiente. Além disso, a metodologia Modelagem de Informação da Construção (BIM) pode ser enriquecida com a aplicação ou vinculação dessas recomendações e imagens de inteligência artificial como parâmetros.

Abastecer os dados da rede bayesiana em tempo real, através de sensores posicionados no ambiente físico, permite automatizar o ambiente para atuar de acordo com as necessidades dos usuários e qualificação da performance, como ajustar persianas, interferir na temperatura e controlar a intensidade e temperatura da luz conforme a passagem do dia.

A continuidade dessa pesquisa também pode envolver a constante alimentação dos dados. Isso pode ser realizado tanto por meio do aprendizado de casos (*case file learning*) quanto do aprendizado de máquina (*machine learning*), construindo assim uma base de dados contínua de abastecimento.

Recomenda-se, para a continuidade desta pesquisa, que os dados mencionados, assim como aqueles que não foram citados ou que possuem relativamente poucos elementos, sejam aprofundados e ampliados. Itens como a relação do espaço e lugar com a biofilia, o design ativo e até mesmo o vínculo com a sustentabilidade ambiental dentro dos espaços construídos incorporando elementos da certificação *WELL Building Standard*, na análise do ambiente, merecem ampliação.

Diagnósticos e aplicações que se concentram em uma região específica, comunidade, cultura ou grupo particular podem requerer uma análise mais aprofundada, especialmente em relação aos dados que possuem conexões emocionais e culturais específicas para o público-alvo. Nesses contextos, os elementos podem carregar interpretações e significados direcionados e contextualizados de maneira mais específica, considerando a identidade e as sensibilidades desse grupo em particular. a falta de dados para o abastecimento dos aspectos pode ser um sinal de uma oportunidade a ser aprofundada, e criar metodologias para extrair estas evidências e devolver para a sociedade uma comprovação aplicada.

Outros elementos não mencionados também podem ser explorados, com o intuito de ampliar a compreensão dos elementos que possuem relações de impacto com o usuário. Inclusive, com análises do entorno e variáveis do lugar podem ser um fator de decisão ou não de implantação da atividade.

Um componente adicional, de significativo potencial expansivo dentro do escopo deste tema é a validação do ambiente concebido conforme as diretrizes e recomendações deste estudo, por meio da simulação em realidade virtual ou aumentada. Sugere-se que, durante a apresentação ao usuário, seja conduzido a

um monitoramento abrangente de suas respostas fisiológicas, incluindo frequência cardíaca, atividade cerebral, temperatura corporal e condutância da pele, bem como rastreamento ocular, contemplando aspectos como piscadas e movimentos dos olhos. Esta abordagem mais aprofundada tem o potencial de fornecer novas evidências e abrir novas linhas de pesquisa nos domínios interdisciplinares da neuroarquitetura, neurodesign e neurociência, enriquecendo a compreensão da interação entre o ambiente construído e as respostas neurofisiológicas do usuário.

Dado que a neuroarquitetura é uma disciplina contemporânea, pioneira e ainda em constante evolução de descobertas e refinamentos, as informações apresentadas estão sujeitas a mudanças nos termos utilizados ou até mesmo à sua eventual obsolescência nesse domínio de atuação. Importante ressaltar que as relações causais propostas são hipotéticas e podem variar conforme o contexto específico e as descobertas científicas. Sempre é recomendável revisar o estado da arte atual para obter informações mais precisas e atualizadas sobre as relações causais entre neuroarquitetura e ambientes construídos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 16.636-1 - **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos**. 2017

ABNT. NBR 5.413 - **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT. NBR 10.152 - **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 1987.

ALBERTS, Lindsay. Francesco I's museum: cultural politics at the Galleria degli Uffizi. **Journal of the History of Collections**, v. 30, n. 2, p. 203-216, 2018.

ALVARIÑO DE LA FUENTE, Javier Antonio. **O edifício doente: relação entre construção, saúde e bem-estar**. 2013. Tese de Doutorado.

ANDERSEN, Marilyn; GOCHENOUR, Sharon J.; LOCKLEY, Steven W. Modelling 'non-visual' effects of daylighting in a residential environment. **Building and Environment**, v. 70, p. 138-149, 2013.

BAR, Moshe; NETA, Mital. Humans prefer curved visual objects. **Psychological science**, v. 17, n. 8, p. 645-648, 2006.

BATESON, Melissa; NETTLE, Daniel; ROBERTS, Gilbert. Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting. **Biology letters**, v. 2, n. 3, p. 412-414, 2006.

BELLOT, David. **Learning probabilistic graphical models in R**. Packt Publishing Ltd, 2016.

BELTRAMI, Flávia Gabe *et al.* Sleep in the intensive care unit. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 41, p. 539-546, 2015.

BERGLAND, Christopher. The neuroscience of music, mindset, and motivation. **Psychology Today**, 2012.

BITTER, Ricardo *et al.* **Design de produto aplicado ao desenvolvimento de uma mesa com foco no uso excessivo de computador**. TCC(graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Centro de Comunicação e Expressão. Design de Produto. 2022.

BRAGA, Tatiana Benevides Magalhães; GOTO, Tommy Akira & MONTEIRO, Luiz Paulo Cobra. **Ambiente enquanto fenômeno: ensino de arquitetura na perspectiva fenomenológica**. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-25912017000200003. Acesso em: 29 jun. 2022.

BREDA, L. Silva; ITO, R. Kiyoshi. **Medicina baseada em evidências, como origem do projeto arquitetônico hospitalar**. ETIC – Encontro de iniciação científica - ISSN 21-76-8498 v. 13, n. 13, 2017. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/6091>. Acesso em: 06 Ago. 2022.

BROWNING, B.; COOPER, C. **Human Spaces: The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace**. 2015. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/o-impacto-global-do-design-biofilico-no-ambiente-de-trabalho/5165827/>. Acesso em: 27 ago 2022.

CBRE. Workplace, design, occupancy and research. **CBRE Inc**. 2021. Disponível em: <https://www.cbre.com/insights/reports/the-next-normal-how-hybrid-work-will-transform-commercial-real-estate#executive-summary>. Acesso em: 26 jan 2023.

CHEN, Qian; HUANG, Rong; ZHANG, Aiping. A bite of nostalgia: The influence of nostalgia in consumers' loyalty intentions at traditional restaurants. **Journal of Hospitality and Tourism Management**, v. 45, p. 604-614, 2020.

CRÍZEL, Lorí. **Neuro | Arquitetura | Design: Pressupostos da neurociência para a Arquitetura e a Teoria Einfühlung como proposta para práticas projetuais**. Edição do Kindle. 2021.

CHOPRA, Deepak & TANZI, Rudolph E. 2013. **Supercérebro: como expandir o poder transformador da sua mente**. Tradução de Bianca Albert, Eliana Rocha, Rosane Albert. Alaúde Editorial. São Paulo (Brasil).

COBURN, Alexander *et al*. Psychological and neural responses to architectural interiors. **Cortex**, v. 126, p. 217-241, 2020.

CURRY, L. A.; NEMBHARD, I. M.; BRADLEY, E. H. Qualitative and mixed methods provide unique contributions to outcomes research. **Circulation, American Heart Association**, Inc., v. 119, n. 10, p. 1442–1452, 2009. ISSN 0009-7322. Disponível em: Qualitative and Mixed Methods Provide Unique Contributions to Outcomes Research | Circulation (ahajournals.org). Acesso em: 29 jun. 2022.

SILVA, Paulo R. J.; CABRAL, Hianny R.; GOMES, André L. O. Ramos; TEÓFILO, Pedro B. E.; OLIVEIRA, Thárcia K. Beserra. Melatonina exógena e seus efeitos metabólicos In: REVISÃO DE LITERATURA, v. 1 n. 3 Ano 2, 3ª Edição, 2019. Olinda. **Anais[...]**. Olinda: Faculdade de Medicina de Olinda. 2019. Disponível em: <https://afmo.emnuvens.com.br/afmo/article/view/60>.

DAVIDSON, Richard. **O estilo emocional do cérebro**. Tradução de Diego Alfaro. Editora Sextante. Rio de Janeiro, 2013.

DENNIS, M. Developmental plasticity in children: the role of biological risk, development, time, and reserve. **Journal of Communication Disorders**. 33, 321-332, 2000.

FIALHO, Roberto Novelli. **Edifícios de escritórios na cidade de São Paulo**. 2007. Tese (Doutorado em Projeto de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, University of São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/T.16.2007.tde-18052010-155700. Acesso em: 25 fev. 2023.

FOSS, N. J.; SAEBI, T. Fifteen years of research on business model innovation: How far have we come, and where should we go?. **Journal of Management**, v. 43, n. 1, p. 200–227, 2017. Disponível em: Fifteen Years of Research on Business Model Innovation: How Far Have We Come, and Where Should We Go? - Nicolai J. Foss, Tina Saebi, 2017 (sagepub.com) Acesso em: 29 jun. 2022.

GERHARDT, T. Engel; & SILVEIRA, D. Tolfo. **Métodos de Pesquisa: Série educação a distância**. 1ª edição. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2009.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Social: o poder das relações humanas**. Editora Schwarcz S.A. Tradução: Renato Marques. Rio de Janeiro, 2006.

GUÉGUEN, Nicolas. **Psicologia do consumidor: para compreender melhor de que maneira você é influenciado**. Editora Senac São Paulo, 2019.

GURGEL, Miriam. **Projetando espaços: guia de arquitetura de interiores para áreas comerciais**. Editora Senac São Paulo, 2020.

HAGEN, Susan. The mind's eye. **Rochester Review**, v. 74, n. 4, p. 32-37, 2012.

HAMILTON, D.Kirk. **Four Levels of Evidence-Based Practice**. FAIA, FACHA, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265004428_Four_Levels_of_Evidence-Based_Practice. Acesso em: 06 Ago. 2022

HAMMES, Carla Cristina Ferreira; S., A, J; MELIM, José Maria. Os impactos do turnover para as organizações. **Revista Espacios**, 2016. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n03/16370324.html>. Acesso em: 08 mai. 2022.

ICOHN - International Congress of Occupational Health Nursing. **International Congress of Occupational Health Nursing – ICOHN22**, 1ª edição. 2022. Proceedings. UA Editora – Universidade de Aveiro, 2022. Disponível: <http://hdl.handle.net/10773/34345>. Acesso em: 10 set. 2023.

HEILIG, Morton Leonard. El cine del futuro: the cinema of the future. **Presence Teleoperators Virtual Environ**. v. 1, n. 3, p. 279-294, 1992.

HOFFMANN, Donald. Frank **Lloyd Wright, Louis Sullivan, and the Skyscraper**. Courier Corporation, 1998.

IKEI, Harumi; SONG, Chorong; MIYAZAKI, Yoshifumi. Physiological effects of touching wood. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 7, p. 801, 2017.

JOLIJ, Jacob; MEURS, Maaïke. Music alters visual perception. **PloS one**, v. 6, n. 4, p. e18861, 2011.

JUNG, Carl Gustav. **O homem e seus símbolos**. Editora Harper Collins. Rio de Janeiro, 2016.

KANDEL, Eric R.; SCHWARTZ, James H.; JESSEL, Thomas M.. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Tradução: Charles Alfred Esbérard e Mira de Casrilevitz Engelhardt. Rio de Janeiro: Editora Prentice Hall do Brasil Ltda, 1997.

KARAKAS, Tulay e YILDIZ, Dilek. 2020. Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: A systematic review. **Frontiers of Architectural Research**, Volume 9, Issue 1, P. 236-247, 2020. Acesso em 08 jan. 2023, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.005>.

KELLERT, Stephen R. & WILSON, Edward Osborne. **The Biophilia Hypothesis**. Washington, DC: Island Press Shearwater Books, 1994.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Vozes, 2016.

KOSSLYN, Stephen M. Mental images and the brain. **Cognitive neuropsychology**, v. 22, n. 3-4, p. 333-347, 2005.

LI, Miaoyu *et al.* Sitsen: Passive sitting posture sensing based on wireless devices. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, v. 17, n. 7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/15501477211024846>. Acesso em: 05 fev. 2023.

LIPMAN, Jonathan; WRIGHT, Frank Lloyd. **Frank Lloyd Wright and the Johnson Wax Buildings**. Courier Corporation, 2003.

LIU, Jiangang *et al.* Seeing Jesus in toast: neural and behavioral correlates of face pareidolia. **Cortex**, v. 53, p. 60-77, 2014.

MACIEL, Maria Helena Versiani; MARZIALE, Maria Helena Palucci. Problemas posturais X mobiliário: uma investigação ergonômica junto aos usuários de microcomputadores de uma escola de enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 31, p. 368-386, 1997.

MAFFEI, Lamberto. **Elogio da lentidão**. Leya, 2018.

MICHALAK, Johannes; MISCHNAT, Judith; TEISMANN, Tobias. Sitting posture makes a difference—embodiment effects on depressive memory bias. **Clinical Psychology & Psychotherapy**, v. 21, n. 6, p. 519-524, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cpp.1890>. Acesso em: 05 fev. 2023.

MILAN, Emilio *et al.* The Kiki-Bouba effect a case of personification and ideasthesia. **Journal of Consciousness Studies**, v. 20, n. 1-2, p. 84-102, 2013.

MILLÁN, E.; LOBODA, T. & PÉREZ, J.L. **Bayesian networks for student model engineering**. Computers & Education. V. 55, n. 4: p. 1663-1683, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.010>. Acesso em: 07 ago. 2022.

MISLEVY, J. Robert; ALMOND, G. Russell; LUKAS, F. Janice. **A Brief Introduction to Evidence-centered Design**. ETS Research Report Series, Volume 2003, Issue 1 p. i-29. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.2003.tb01908.x>. Acesso em: 07 ago. 2022.

MONTEIRO, Cibele *et al.* Regulação molecular do ritmo circadiano e transtornos psiquiátricos: uma revisão sistemática. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 69, p. 57-72, 2020.

MONTEIRO, Ricardo Rodrigues. A Semiótica de Peirce a partir de John Locke e David Hume: o ícone, índice e símbolo. **Divers@!**, v. 11, n. 1, p. 2-14, 2018.

MOSER, Gabriel, & UZZELL, David. **Environmental psychology**. In T. Millon & M. J. Lerner (Eds.), **Comprehensive handbook of psychology. Vol. 5: Personality and social psychology** (pp. 419-445). New York: John Wiley & Sons. 2003.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/234167386_Environmental_Psychology.

Acesso em: 07 mai. 2022.

NOGUEIRA, Kenno. (2018). **Estudo de respostas emocionais às cores no contexto de cartazes de cinema**. Design e Tecnologia. 8. 1. 10.23972/det2018iss15pp1-11.

OJEDA, E. N. S. Uma concepção latino-americana: a resiliência comunitária. In: MELILLO, A.; OJEDA, E. N. S. (orgs.) **Resiliência: descobrindo as próprias fortalezas**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OJEDA, Elbio Nêstor Suares; LA JARA, Ana; MARQUES. Cláudia. Resiliência Comunitária. In: HOCH, Carlos; ROCCA, Susana. **Sofrimento, Resiliência e Fé - Implicações para as relações de cuidado**. São Leopoldo: Editora Sinodal, 2007.

OPPEZZO, Marily; SCHWARTZ, Daniel L. Give your ideas some legs: the positive effect of walking on creative thinking. **Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition**, v. 40, n. 4, p. 1142, 2014.

ORTEGA, Francisco. O sujeito cerebral e o movimento da neurodiversidade. **Mana**, v. 14, p. 477-509, 2008.

PALLASMAA, Juhani. **Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos**. Artmed Editora, 2009.

PAZ, Lisiê Valéria. **Revisão dos mecanismos comportamentais e fisiológicos envolvidos na depressão contagiante**. 2021. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

RIGONI, Cesare. **Catalogo della R. Galleria degli Uffizi in Firenze**. Tip. Cooperativa, 1891.

RUSSELL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence, a modern approach**. 3º Edição. Egnlewood Cliffs: Editora Prentice-Hall, 2009.

SELYE, H., 1974. **Stress without distress**. Philadelphia, P.A., J.B. Lippincott, Co.

SOARES FILHO, Ruy Barbosa. **Resposta humana à luz: alterações não visuais e o projeto luminotécnico residencial com LEDs**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018. Disponível em: 10.11606/D.16.2018.tde-09102018-161925. Acesso em: 05 mar. 2023.

SOUZA, Eduardo. Conforto olfativo na arquitetura e o impacto dos odores no bem-estar. **ArchDaily**, ISSN 0719-8906, Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/950450/conforto-olfativo-e-o-impacto-dos-odores-no-bem-estar>. Acesso em 12 fev. 2023.

STEINEMANN, Anne. Ten questions concerning air fresheners and indoor built environments. **Building and Environment**, v. 111, p. 279-284, 2017.

STEPHENS, Greg J; SILBERT, Lauren J.; HASSON, Uri. Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. **PNAS**, v. 107, n. 32, p. 14.425-14.430. 2010.

TAYLOR, R. P.; SPROTT, J. C. Biophilic fractals and the visual journey of organic screen-savers. **Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences**, v. 12, n. 1, p. 117-129, 2008.

TOWNSEND, Mary C. Enfermagem em Saúde Mental e Psiquiátrica: conceitos de cuidado na prática baseada na evidência. **Loures: Lusociência**, 2011.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Tradução: Livia de Oliveira. São Paulo, 1980.

TYLER, Christopher W. The human expression of symmetry: Art and neuroscience. **ICUS Symmetry Symposium**, Seoul. 2000.

TRIOLA, M. F. Introdução à Estatística. **LTC: Rio de Janeiro**, 12ª edição, 2017.

VDI – ASSOCIAÇÃO DE ENGENHEIROS ALEMÃES. **VDI 2569**: Isolamento e design acústico em escritórios. Berlin, 1990.

YIN, R. K. Case study research and applications: Design and methods. [S.l.]: **Sage publications**, 2017.

WICHMANN, Felix A.; SHARPE, Lindsay T.; GEGENFURTNER, Karl R. The contributions of color to recognition memory for natural scenes. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 28, n. 3, p. 509, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Depression and other common mental disorders: global health estimates**. World Health Organization, 2017.

APÊNDICE A – DETALHAMENTO REDE BAYESIANA

Neste apêndice são apresentadas as tabelas preenchidas com os parâmetros de abastecimento ao software Nética.

Influência da percepção neural

Node: AtivacaoNeural			Apply OK				
Chance	% Probability		Reset Close				
BiofiliaDireta	BiofiliaIndireta	DesignAtivo	Visao	Audicao	Tato	Paladar	Olfato
LuzNatural	ImagensDaNatureza	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	ImagensDaNatureza	NaoPossui	100				
LuzNatural	MateriaisNaturais	Possui	88.608		5.063		6.329
LuzNatural	MateriaisNaturais	NaoPossui	88.608		5.063		6.329
LuzNatural	CoresNaturais	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	CoresNaturais	NaoPossui	100				
LuzNatural	SimulacaoLuzNatural	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	SimulacaoLuzNatural	NaoPossui	100				
LuzNatural	SimulacaoArNatural	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
LuzNatural	SimulacaoArNatural	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
LuzNatural	Biomimetica	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	Biomimetica	NaoPossui	100				
LuzNatural	RiquezaInformacao	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	RiquezaInformacao	NaoPossui	100				
LuzNatural	AcaoTempo	Possui	94.595		5.405		
LuzNatural	AcaoTempo	NaoPossui	100				
VegetacaoNatural	ImagensDaNatureza	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	ImagensDaNatureza	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	MateriaisNaturais	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	MateriaisNaturais	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	CoresNaturais	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	CoresNaturais	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	SimulacaoLuzNatural	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	SimulacaoLuzNatural	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	SimulacaoArNatural	Possui	70	20	4	1	5
VegetacaoNatural	SimulacaoArNatural	NaoPossui	70	20	4	1	5
VegetacaoNatural	Biomimetica	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	Biomimetica	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	RiquezaInformacao	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	RiquezaInformacao	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	AcaoTempo	Possui	87.5		5	1.25	6.25
VegetacaoNatural	AcaoTempo	NaoPossui	87.5		5	1.25	6.25
ArNatural	ImagensDaNatureza	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	ImagensDaNatureza	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	MateriaisNaturais	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	MateriaisNaturais	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	CoresNaturais	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	CoresNaturais	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	SimulacaoLuzNatural	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	SimulacaoLuzNatural	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	SimulacaoArNatural	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	SimulacaoArNatural	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	Biomimetica	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	Biomimetica	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	RiquezaInformacao	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	RiquezaInformacao	NaoPossui	73.684	21.053			5.263
ArNatural	AcaoTempo	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ArNatural	AcaoTempo	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	ImagensDaNatureza	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	ImagensDaNatureza	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	MateriaisNaturais	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	MateriaisNaturais	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	CoresNaturais	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	CoresNaturais	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	SimulacaoLuzNatural	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	SimulacaoLuzNatural	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	SimulacaoArNatural	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	SimulacaoArNatural	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	Biomimetica	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	Biomimetica	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	RiquezaInformacao	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	RiquezaInformacao	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	AcaoTempo	Possui	70.707	20.202	4.04		5.051
ElementosNaturais	AcaoTempo	NaoPossui	70.707	20.202	4.04		5.051

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Ilustrando esse procedimento com um exemplo: a luz natural e as imagens da natureza exercem influência sobre a visão, ao passo que o design ativo, para além da visão, também influencia o tato. Nessa conjuntura, os pesos das influências são ajustados, passando de 70% e 4% para 94,595% e 5,405%, respectivamente, e assim sucessivamente para os demais fatores. Cumpre salientar que a abordagem do ar natural engloba influências na audição e no olfato, porém, exclui qualquer influência sobre a visão, o paladar e o tato. No caso da vegetação natural, sua presença pode exercer influência na visão, no tato, no olfato e no paladar, uma vez que a presença de espécies frutíferas no ambiente pode contribuir para esse impacto.

Ademais, Kellert e Calabrese (2015) explanam que outros elementos como a biomimética, ação do tempo e a riqueza da informação podem influenciar diretamente a visão e o tato. As cores naturais, luz natural e a simulação da luz natural apresentam uma influência direta sobre a visão, mesmo para pessoas com deficiências visuais, uma vez que os bastonetes presentes na região dos olhos têm a capacidade de reconhecer a presença de luz.

É relevante ressaltar que essas ponderações resultam de uma constante multiplicação dos dados fornecidos por Heilig com as influências ativas, de modo a distribuir as chances de o evento ocorrer em relação à totalidade de 100%. Essa abordagem assegura a robustez e a precisão dos resultados obtidos no contexto da rede bayesiana de neuroarquitetura aqui delineada.

Além disso, outros atributos de importância que compõem o centro da RB, ligadas à ramificação direta da “ativação perceptiva” são as facetas da biofilia direta e indireta, destacadas por Kellert e Calabrese (2015). Essas facetas englobam a conexão com a natureza e seus elementos, tanto de forma direta, através da presença de elementos naturais no ambiente, quanto de maneira indireta, por meio da evocação e representação simbólica da natureza.

Influência biofilia Indireta

Node: BiofiliaIndireta						Apply		OK					
Chance		% Probability				Reset		Close					
RegulagemA...	Condicionam...	RuidoControl...	Organizacao...	CoresNaturais	MateriaisNat...	ImagensD...	Materiais...	CoresNatu...	Simulaca...	Simulaca...	Biomimeti...	RiquezaIn...	AcaoTempo
Possui	Possui	Possui	Bouba	Possui	Possui	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Possui	Possui	Possui	Bouba	Possui	NaoPossui	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286
Possui	Possui	Possui	Bouba	NaoPossui	Possui	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286
Possui	Possui	Possui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	16.667	0	0	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667
Possui	Possui	Possui	Kiki	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286
Possui	Possui	Possui	Kiki	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	16.667	16.667	0	16.667	16.667
Possui	Possui	Possui	Kiki	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	16.667	16.667	0	16.667	16.667
Possui	Possui	Possui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	25	25	0	25	25
Possui	Possui	NaoPossui	Bouba	Possui	Possui	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Possui	Possui	NaoPossui	Bouba	Possui	NaoPossui	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286
Possui	Possui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	Possui	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286
Possui	Possui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	16.667	0	0	16.667	16.667	16.667	16.667	16.667
Possui	Possui	NaoPossui	Kiki	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286
Possui	Possui	NaoPossui	Kiki	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	16.667	16.667	0	16.667	16.667
Possui	Possui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	16.667	16.667	0	16.667	16.667
Possui	Possui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	25	25	0	25	25
Possui	NaoPossui	Possui	Bouba	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286
Possui	NaoPossui	Possui	Bouba	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	16.667	0	16.667	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	Possui	Bouba	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	Possui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	20	0	0	20	0	20	20	20
Possui	NaoPossui	Possui	Kiki	Possui	Possui	16.667	16.667	16.667	16.667	0	0	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	Possui	Kiki	Possui	NaoPossui	20	0	20	20	0	0	20	20
Possui	NaoPossui	Possui	Kiki	NaoPossui	Possui	20	20	0	20	0	0	20	20
Possui	NaoPossui	Possui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	33.333	0	0	33.333	33.333
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	16.667	0	16.667	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	20	0	0	20	0	20	20	20
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	Possui	Possui	16.667	16.667	16.667	16.667	0	0	16.667	16.667
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	Possui	NaoPossui	20	0	20	20	0	0	20	20
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	Possui	20	20	0	20	0	0	20	20
Possui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	33.333	0	0	33.333	33.333
NaoPossui	Possui	Possui	Bouba	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286
NaoPossui	Possui	Possui	Bouba	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667	16.667	16.667
NaoPossui	Possui	Possui	Bouba	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	0	16.667	16.667	16.667	16.667
NaoPossui	Possui	Possui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	20	0	0	20	20	20	20	20
NaoPossui	Possui	Possui	Kiki	Possui	Possui	16.667	16.667	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667
NaoPossui	Possui	Possui	Kiki	Possui	NaoPossui	20	0	20	20	0	0	20	20
NaoPossui	Possui	Possui	Kiki	NaoPossui	Possui	20	20	0	0	20	0	20	20
NaoPossui	Possui	Possui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	33.333	0	0	33.333	33.333
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	Possui	Possui	14.286	14.286	14.286	0	14.286	14.286	14.286	14.286
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	Possui	NaoPossui	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667	16.667	16.667
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	Possui	16.667	16.667	0	0	16.667	16.667	16.667	16.667
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Bouba	NaoPossui	NaoPossui	20	0	0	20	20	20	20	20
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	Possui	Possui	16.667	16.667	16.667	0	16.667	0	16.667	16.667
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	Possui	NaoPossui	20	0	20	0	20	0	20	20
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	Possui	20	20	0	0	20	0	20	20
NaoPossui	NaoPossui	NaoPossui	Kiki	NaoPossui	NaoPossui	0	0	0	33.333	0	0	33.333	33.333

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

De acordo com Triola (2017), quando não há evidência suficiente para respaldar uma afirmação, os valores podem ser distribuídos igualmente e considerados igualmente prováveis. Nesse contexto, seguindo a mesma linha de raciocínio do autor, utilizou-se a técnica dos percentis, que consiste em agrupar os dados em intervalos com aproximadamente o mesmo número de valores em cada grupo.

Dessa forma, definiu-se a atribuição dos pesos de influência para os elementos da biofilia indireta, que incluem imagens da natureza, materiais naturais,

cores naturais, simulação da luz e do ar natural, biomimética, riqueza da informação, ação do tempo, regulação automática da luz, condicionamento de ar, ruído controlado e organização formal. A definição desses pesos baseou-se na fórmula "o valor atual dividido pelo valor de referência, multiplicado por 100". Nesse caso específico, foram consideradas 6 influências arquitetônicas, distribuídas em 8 possibilidades de implementação da biofilia indireta.

Por exemplo, caso um ambiente apresente regulação automática da luz artificial, condicionamento de ar, ruído controlado e organização formal do tipo "bouba", além de possuir cores e materiais naturais, as probabilidades de atendimento aos itens da biofilia indireta serão igualmente possíveis para os 8 itens, totalizando 12,5% de probabilidade para cada item, incluindo imagens da natureza, materiais naturais, cores naturais, simulação da luz e do ar natural, biomimética, riqueza da informação e ação do tempo em relação à regulação automática da luz, condicionamento de ar, ruído controlado e organização formal.

Considerando o exemplo da linha 8 da Tabela 13, em que há regulação automática da luz, condicionamento de ar e ruído controlado, mas não há cores e materiais naturais, e a organização formal é do tipo "kiki", a distribuição de probabilidades é atribuída aos eventos possíveis nessa configuração específica. Nesse caso, cada item possível (simulação da luz e do ar natural, riqueza da informação e ação do tempo) possui uma probabilidade de 25%.

Dentre as ramificações da biofilia indireta pode-se seguir a distribuição da rede para as seguintes variáveis:

O tipo de iluminação, direta ou indireta, natural ou artificial, inicia-se vinculado a ramificação direta da biofilia direta, porém, a ramificação indireta nomeada regulação automática da iluminação, possui influência com a aplicação da biofilia indireta através da simulação da luz natural.

Da mesma forma, as ramificações denominadas condicionamento de ar vinculadas a biofilia direta, também possuem influência sobre a biofilia indireta através da simulação no ar natural.

A relação intrínseca entre as formas e seus impactos encontra-se estreitamente vinculada às variáveis de formato. Diversos elementos de formas, tais como curvas, retas, triângulos, fractais, além dos estilos e composições dos elementos, como simetria, mudança de contorno, minimalismo e pé-direito elevado, exercem uma influência significativa no estímulo perceptivo do usuário. Esses

fatores desempenham um papel crucial ao realçar estados e sensações emocionais, como empatia, estresse, serenidade, flexibilidade, desconforto, risco ou perigo, criatividade, inspiração, confiança, racionalidade, formalidade, fluidez, movimento e produtividade. A relação forma/impacto conforme enfatizado por Browning e Cooper (2015, p.32), Taylor (2008), Bar e Neta (2006).

Influência das formas

The interface shows two panels, each with a 'Node' dropdown, 'Apply', 'OK', 'Reset', and 'Close' buttons. Below these are 'Deterministic' and 'Function' dropdowns. The main content consists of two tables:

ImpactoDasFormas	Formas
Empatia	Curvas
ReduzEstresse	Fractais
Serenidade	Curvas
Flexibilidade	Curvas
Desconforto	Triangulares
RiscoPerigo	Triangulares
Criatividade	Curvas
Inspiracao	
Confianca	Retangulares
Racionalidade	Retangulares
Formalidade	Retangulares
Fluides	Curvas
Movimento	Curvas
Produtividade	

ImpactoDasFormas	OutrasElementosFormais
Empatia	
ReduzEstresse	
Serenidade	
Flexibilidade	
Desconforto	
RiscoPerigo	MudancaDeContorno
Criatividade	PeDireitoElevado
Inspiracao	Minimalismo
Confianca	
Racionalidade	
Formalidade	
Fluides	
Movimento	
Produtividade	Simetria

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os parâmetros da organização formal, enquadrando a probabilidade, conforme exposto por Milan (2013), vincula os termos "bouba" à formas organizadas e curvas, e "kiki" às chances relacionadas às formas retilíneas e rígidas. Enquanto Taylor (2008) explana que fractais podem estar relacionados às formas e proporções da natureza, que podem ser representados através de formas retas ou curvas.

Influência bouba e kiki

The interface has a 'Node' dropdown set to 'OrganizacaoFormal', with 'Apply', 'OK', 'Reset', and 'Close' buttons. Below are 'Chance' and '% Probability' dropdowns. The main table is as follows:

Formas	Bouba	Kiki
Retangulares	0	100
Triangulares	0	100
Curvas	100	0
Fractais	50	50

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A ramificação secundária de influência à biofilia indireta, denominada de materiais naturais, possui incorporada os fatores de revestimento de madeira, relevo tátil da superfície e os impactos aos usuários.

Os pesos incorporados ao revestimento de madeira estão relacionados às pesquisas e dados apontados por Ikei, Song e Miyazaki (2017), onde apontam os impactos pela estimulação visual de espaços revestidos com 30% e 45% de madeira.

Materiais naturais

Node: RevestimentoMadeira	Apply	OK
Chance	% Probability	Reset Close
MateriaisNaturais	45	30 0
Possui	50	50 0
NaoPossui	0	0 100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gerando as ramificações de possuir ou não revestimento de madeira, superfície tátil e os impactos sobre o relaxamento, excitação, calma, sistema imunológico e raciocínio, compilando dados de Ikei, Song e Miyazaki (2017).

Influência da madeira e superfície

Node: ImpactosMadeira	Apply	OK
Chance	% Probability	Reset Close
RevestimentoMadeira	RelevoTatilSuperficie	Relaxamento NaoPossui Excitacao Aumentolmunolo... Raciocinio Calmante
45	Possui	0 20 20 20 20 20
45	NaoPossui	0 0 100 0 0 0
30	Possui	20 20 0 20 20 20
30	NaoPossui	100 0 0 0 0 0
0	Possui	0 100 0 0 0 0
0	NaoPossui	0 100 0 0 0 0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As cores naturais utilizadas no ambiente também estão relacionadas à biofilia indireta e podem ser consideradas de influência primária ou secundária, conforme dados de Crízel (2021); Wichmann, Browning e Cooper (2015); Sharpe e Gegenfurtner (2002).

Existem dados sobre a influência e preferência das cores, porém, não foram encontrados dados relevantes suficientes para respaldar a afirmação sobre as probabilidades de implantação de cada cor nos ambientes, neste caso os valores foram distribuídos igualmente e considerados igualmente prováveis conforme indicado por Triola (2017, p. 607):

Probabilidade das cores primárias e secundárias

Node: CoresPrimarias

ApplyOK

Chance% Probability

ResetClose

CoresNaturais	Verde	NaturezaMorta	Vermelho	Branco	Laranja	Cinza	TonsTerrosos	Outros	Azul	Amarelo
Possui	12.5	0	12.5	12.5	12.5	0	12.5	12.5	12.5	12.5
NaoPossui	0	33.333	0	0	0	33.333	0	33.333	0	0

Node: CoresSecundarias

ApplyOK

Chance% Probability

ResetClose

CoresNaturais	Verde	NaturezaMorta	Vermelho	Branco	Laranja	Cinza	TonsTerrosos	Outros	Azul	Amarelo
Possui	12.5	0	12.5	12.5	12.5	0	12.5	12.5	12.5	12.5
NaoPossui	0	33.333	0	0	0	33.333	0	33.333	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A vinculação da tabela das cores primárias e secundárias estão relacionadas com a influência das cores e foram distribuídas igualmente sobre as probabilidades possíveis pela técnica dos percentis, conforme os impactos extraídos dos dados de Crízel (2021); Wichmann, Browning e Cooper (2015); Sharpe e Gegenfurtner (2002).

Influência das cores

Chance		% Probability																Reset	Close			
CoresPri...	CoresSe...	Relaxa...	Exitacao	Foco	Atencao	NaofaD...	Agressi...	Insalubre	Serenid...	Alegria	Exstress	Cansaco	Esgota...	Motivac...	Entusia...	Criativi...	Inspirac...	Felicida...	Equilibr...	Produ...	Memoria	Desemp...
Verde	Verde	12.5												12.5	12.5			12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Verde	Natureza...	6.25						12.5			12.5	12.5	12.5	6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	Vermelho	6.25	16.666	16.667	16.667									6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	Branco	6.25												14.583	14.583	8.333	8.333	14.583	6.25	14.583	6.25	6.25
Verde	Laranja	6.25								50				6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	Cinza	6.25									50			6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	TonsTerro...	6.25							50					6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	Outros	6.25				50								6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Verde	Azul	6.25												12.5	12.5	6.25		12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Verde	Amarelo	6.25												6.25	6.25	7.143	7.143	13.393	13.393	13.393	13.393	13.392
Natureza...	Verde	6.25						12.5			12.5	12.5	12.5	6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Natureza...	Natureza...							25			25	25	25									
Natureza...	Vermelho		16.666	16.667	16.667			12.5			12.5	12.5	12.5									
Natureza...	Branco							12.5			12.5	12.5	12.5	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Natureza...	Laranja							12.5		50				12.5	12.5	12.5						
Natureza...	Cinza							12.5			62.5	12.5	12.5									
Natureza...	TonsTerro...							12.5	50		12.5	12.5	12.5									
Natureza...	Outros					50					12.5	12.5	12.5									
Natureza...	Azul							12.5			12.5	12.5	12.5	6.25	6.25	6.25		6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Natureza...	Amarelo							12.5			12.5	12.5	12.5			7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143
Vermelho	Verde	6.25	16.666	16.667	16.667									6.25	6.25							
Vermelho	Natureza...		16.666	16.667	16.667			12.5			12.5	12.5	12.5					6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Vermelho	Vermelho						50				50											
Vermelho	Branco		16.666	16.667	16.667									8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Vermelho	Laranja		16.666	16.667	16.667					50												
Vermelho	Cinza		16.666	16.667	16.667						50											
Vermelho	TonsTerro...		16.666	16.667	16.667				50													
Vermelho	Outros		16.666	16.667	16.667	50																
Vermelho	Azul		16.666	16.667	16.667									6.25	6.25	6.25		6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Vermelho	Amarelo		16.666	16.667	16.667											7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143
Branco	Verde	6.25												14.583	14.583	8.333	8.333	14.583	6.25	14.583	6.25	6.25
Branco	Natureza...							12.5			12.5	12.5	12.5	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	Vermelho		16.666	16.667	16.667									8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	Branco													16.667	16.667	16.667	16.667	16.667		16.667		
Branco	Laranja									50				8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	Cinza										50			8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	TonsTerro...								50					8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	Outros					50								8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Branco	Azul													14.583	14.583	14.583	8.333	14.583	6.25	14.583	6.25	6.25
Branco	Amarelo													8.333	8.333	15.476	15.476	15.476	7.143	15.476	7.143	7.143
Laranja	Verde	6.25								50				6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Laranja	Natureza...							12.5		50	12.5	12.5	12.5					6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Laranja	Vermelho		16.666	16.667	16.667					50												
Laranja	Branco													8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Laranja	Laranja									100												
Laranja	Cinza									50	50											
Laranja	TonsTerro...								50													
Laranja	Outros					50																
Laranja	Azul									53.333				6.667	6.667	6.667		6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
Laranja	Amarelo									50						7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143
Cinza	Verde	6.25									50			6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Cinza	Natureza...							12.5			62.5	12.5	12.5					6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Cinza	Vermelho		16.666	16.667	16.667						50											
Cinza	Branco										50			8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
Cinza	Laranja									50												
Cinza	Cinza										100											
Cinza	TonsTerro...								50													
Cinza	Outros					50					50											
Cinza	Azul										53.333			6.667	6.667	6.667		6.667	6.667	6.667	6.667	6.667
Cinza	Amarelo										50			7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143
TonsTerro...	Verde	6.25							50					6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
TonsTerro...	Natureza...							12.5	50		12.5	12.5	12.5					6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
TonsTerro...	Vermelho		16.666	16.667	16.667				50													
TonsTerro...	Branco								50					8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.333		
TonsTerro...	Laranja								50	50												
TonsTerro...	Cinza										50											
TonsTerro...	TonsTerro...									100												
TonsTerro...	Outros					50			50													
TonsTerro...	Azul								50					6.25	6.25	6.25		6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
TonsTerro...	Amarelo								50							7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143	7.143
Outros	Verde	6.25				50								6.25	6.25			6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
Outros	Natureza...							12.5			12.5	12.5	12.5									
Outros	Vermelho		16.666	16.667	16.667	50																
Outros	Branco					50								8.333	8.333	8.333	8.333	8.333		8.		

Assim como os dados relacionados ao brilho das superfícies pintadas, que em excesso podem deixar o ambiente insalubre, de acordo com a pesquisa de Browning e Cooper (2015, p.12).

Influência do brilho da cor

Node: Brilho			Apply	OK	Node: Brilho			Apply	0
Deterministic	Function	Reset	Close		Deterministic	Function	Reset	Cie	
CoresPrimarias	ImpactosCores	Brilho			CoresPrimarias	ImpactosCores	Brilho		
Verde	Relaxamento	Pontual			NaturezaMorta	Insalubre	Brilhoso		
Verde	Excitacao	Pontual			NaturezaMorta	Serenidade	Pontual		
Verde	Foco	Pontual			NaturezaMorta	Alegria	Pontual		
Verde	Atencao	Pontual			NaturezaMorta	Exstresse	Pontual		
Verde	Naohadados	Pontual			NaturezaMorta	Cansaco	Pontual		
Verde	Agressividade	Pontual			NaturezaMorta	Esgotamento	Pontual		
Verde	Insalubre	Brilhoso			NaturezaMorta	Motivacao	Pontual		
Verde	Serenidade	Pontual			NaturezaMorta	Entusiasmo	Pontual		
Verde	Alegria	Pontual			NaturezaMorta	Criatividade	Pontual		
Verde	Exstresse	Pontual			NaturezaMorta	Inspiracao	Pontual		
Verde	Cansaco	Pontual			NaturezaMorta	Felicidade	Pontual		
Verde	Esgotamento	Pontual			NaturezaMorta	EquilibrioEmocional	Pontual		
Verde	Motivacao	Pontual			NaturezaMorta	Produtividade	Pontual		
Verde	Entusiasmo	Pontual			NaturezaMorta	Memoria	Pontual		
Verde	Criatividade	Pontual			NaturezaMorta	Desempenho	Pontual		
Verde	Inspiracao	Pontual			Vermelho	Relaxamento	Pontual		
Verde	Felicidade	Pontual			Vermelho	Excitacao	Pontual		
Verde	EquilibrioEmocional	Pontual			Vermelho	Foco	Pontual		
Verde	Produtividade	Pontual			Vermelho	Atencao	Pontual		
Verde	Memoria	Pontual			Vermelho	Naohadados	Pontual		
Verde	Desempenho	Pontual			Vermelho	Agressividade	Pontual		
NaturezaMorta	Relaxamento	Pontual			Vermelho	Insalubre	Brilhoso		
NaturezaMorta	Excitacao	Pontual			Vermelho	Serenidade	Pontual		
NaturezaMorta	Foco	Pontual			Vermelho	Alegria	Pontual		
NaturezaMorta	Atencao	Pontual			Vermelho	Exstresse	Pontual		
NaturezaMorta	Naohadados	Pontual			Vermelho	Cansaco	Pontual		
NaturezaMorta	Agressividade	Pontual			Vermelho	Esgotamento	Pontual		
Vermelho	Motivacao	Pontual			Branco	Produtividade	Pontual		
Vermelho	Entusiasmo	Pontual			Branco	Memoria	Pontual		
Vermelho	Criatividade	Pontual			Branco	Desempenho	Pontual		
Vermelho	Inspiracao	Pontual			Laranja	Relaxamento	Pontual		
Vermelho	Felicidade	Pontual			Laranja	Excitacao	Pontual		
Vermelho	EquilibrioEmocional	Pontual			Laranja	Foco	Pontual		
Vermelho	Produtividade	Pontual			Laranja	Atencao	Pontual		
Vermelho	Memoria	Pontual			Laranja	Naohadados	Pontual		
Vermelho	Desempenho	Pontual			Laranja	Agressividade	Pontual		
Branco	Relaxamento	Pontual			Laranja	Insalubre	Brilhoso		
Branco	Excitacao	Pontual			Laranja	Serenidade	Pontual		
Branco	Foco	Pontual			Laranja	Alegria	Pontual		
Branco	Atencao	Pontual			Laranja	Exstresse	Pontual		
Branco	Naohadados	Pontual			Laranja	Cansaco	Pontual		
Branco	Agressividade	Pontual			Laranja	Esgotamento	Pontual		
Branco	Insalubre	Brilhoso			Laranja	Motivacao	Pontual		
Branco	Serenidade	Pontual			Laranja	Entusiasmo	Pontual		
Branco	Alegria	Pontual			Laranja	Criatividade	Pontual		
Branco	Exstresse	Pontual			Laranja	Inspiracao	Pontual		
Branco	Cansaco	Pontual			Laranja	Felicidade	Pontual		
Branco	Esgotamento	Pontual			Laranja	EquilibrioEmocional	Pontual		
Branco	Motivacao	Pontual			Laranja	Produtividade	Pontual		
Branco	Entusiasmo	Pontual			Laranja	Memoria	Pontual		
Branco	Criatividade	Pontual			Laranja	Desempenho	Pontual		
Branco	Inspiracao	Pontual			Cinza	Relaxamento	Pontual		
Branco	Felicidade	Pontual			Cinza	Excitacao	Pontual		
Branco	EquilibrioEmocional	Pontual			Cinza	Foco	Pontual		
Cinza	Atencao	Pontual			TonsTerrosos	Exstresse	Pontual		
Cinza	Naohadados	Pontual			TonsTerrosos	Cansaco	Pontual		
Cinza	Agressividade	Pontual			TonsTerrosos	Esgotamento	Pontual		
Cinza	Insalubre	Brilhoso			TonsTerrosos	Motivacao	Pontual		
Cinza	Serenidade	Pontual			TonsTerrosos	Entusiasmo	Pontual		
Cinza	Alegria	Pontual			TonsTerrosos	Criatividade	Pontual		
Cinza	Exstresse	Pontual			TonsTerrosos	Inspiracao	Pontual		
Cinza	Cansaco	Pontual			TonsTerrosos	Felicidade	Pontual		
Cinza	Esgotamento	Pontual			TonsTerrosos	EquilibrioEmocional	Pontual		
Cinza	Motivacao	Pontual			TonsTerrosos	Produtividade	Pontual		
Cinza	Entusiasmo	Pontual			TonsTerrosos	Memoria	Pontual		
Cinza	Criatividade	Pontual			TonsTerrosos	Desempenho	Pontual		
Cinza	Inspiracao	Pontual			Outros	Relaxamento	Pontual		
Cinza	Felicidade	Pontual			Outros	Excitacao	Pontual		
Cinza	EquilibrioEmocional	Pontual			Outros	Foco	Pontual		
Cinza	Produtividade	Pontual			Outros	Atencao	Pontual		
Cinza	Memoria	Pontual			Outros	Naohadados	Pontual		
Cinza	Desempenho	Pontual			Outros	Agressividade	Pontual		
TonsTerrosos	Relaxamento	Pontual			Outros	Insalubre	Brilhoso		
TonsTerrosos	Excitacao	Pontual			Outros	Serenidade	Pontual		
TonsTerrosos	Foco	Pontual			Outros	Alegria	Pontual		
TonsTerrosos	Atencao	Pontual			Outros	Exstresse	Pontual		
TonsTerrosos	Naohadados	Pontual			Outros	Cansaco	Pontual		
TonsTerrosos	Agressividade	Pontual			Outros	Esgotamento	Pontual		
TonsTerrosos	Insalubre	Brilhoso			Outros	Motivacao	Pontual		
TonsTerrosos	Serenidade	Pontual			Outros	Entusiasmo	Pontual		
TonsTerrosos	Alegria	Pontual			Outros	Criatividade	Pontual		
Outros	Inspiracao	Pontual							
Outros	Felicidade	Pontual							
Outros	EquilibrioEmocional	Pontual							
Outros	Produtividade	Pontual							
Outros	Memoria	Pontual							
Outros	Desempenho	Pontual							
Azul	Relaxamento	Pontual			Amarelo	Relaxamento	Pontual		
Azul	Excitacao	Pontual			Amarelo	Excitacao	Pontual		
Azul	Foco	Pontual			Amarelo	Foco	Pontual		
Azul	Atencao	Pontual			Amarelo	Atencao	Pontual		
Azul	Naohadados	Pontual			Amarelo	Naohadados	Pontual		
Azul	Agressividade	Pontual			Amarelo	Agressividade	Pontual		
Azul	Insalubre	Brilhoso			Amarelo	Insalubre	Brilhoso		
Azul	Serenidade	Pontual			Amarelo	Serenidade	Pontual		
Azul	Alegria	Pontual			Amarelo	Alegria	Pontual		
Azul	Exstresse	Pontual			Amarelo	Exstresse	Pontual		
Azul	Cansaco	Pontual			Amarelo	Cansaco	Pontual		
Azul	Esgotamento	Pontual			Amarelo	Esgotamento	Pontual		
Azul	Motivacao	Pontual			Amarelo	Motivacao	Pontual		
Azul	Entusiasmo	Pontual			Amarelo	Entusiasmo	Pontual		
Azul	Criatividade	Pontual			Amarelo	Criatividade	Pontual		
Azul	Inspiracao	Pontual			Amarelo	Inspiracao	Pontual		
Azul	Felicidade	Pontual			Amarelo	Felicidade	Pontual		
Azul	EquilibrioEmocional	Pontual			Amarelo	EquilibrioEmocional	Pontual		
Azul	Produtividade	Pontual			Amarelo	Produtividade	Pontual		
Azul	Memoria	Pontual			Amarelo	Memoria	Pontual		
Azul	Desempenho	Pontual			Amarelo	Desempenho	Pontual		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O ruído controlado também possui influência sobre a ramificação de biofilia indireta, uma vez que abarca a riqueza da informação sensorial e possui relação com a simulação do ar natural, com simulações de sons naturais e possibilidade de aplicação de materiais naturais.

De acordo com a pesquisa de Browning e Cooper (2015, p.12), 28% dos ambientes corporativos consideram não possuir conforto acústico satisfatório, justificando desta forma a relação dados com a aplicação ou não do ruído controlado no ambiente em relação com o conforto acústico.

Ruído controlado

Node: **RuidoControlado** ▼ **Apply** **OK**

Chance ▼ **% Probability** ▼ **Reset** **Close**

ConfortoAcustico	Possui	NaoPos...
Possui	72	28
NaoPossui	28	72

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A rede acíclica de influência do ruído controlado possui as ramificações de som ambiente, reverberação, condicionamento e isolamento acústico, e as intensidades sonoras dos ambientes.

Os níveis de pressão sonora para os ambientes corporativos, medidos em decibéis (dB), foram extraídos da NBR 10152.

Pressão sonora ambientes corporativos

Node: **IntensidadeSonoradB** ▼ **Apply** **OK**

Deterministic ▼ **Function** ▼ **Reset** **Close**

Finalidade	Intensidade SonoradB
Incompativel	60
Reunioes	40
Compativel	35
VideoConferencia	45
EscritorioColetivo	50
EscritorioPrivado	45
Recepcao	50

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Foram relacionados os índices de pressão sonora com o isolamento acústico, considerados aceitáveis ou não para cada tipo de ambiente.

Isolamento acústico

Node: IsolamentoAcustico

ApplyOK

DeterministicFunction

ResetClose

Intensidade Sonora dB	Finalidade	Isolamento Acustico
35	Incompativel	Suficiente
35	Reunioes	Suficiente
35	Compativel	Suficiente
35	VideoConferencia	Suficiente
35	EscritorioColetivo	Suficiente
35	EscritorioPrivado	Suficiente
35	Recepcao	Suficiente
40	Incompativel	Suficiente
40	Reunioes	Suficiente
40	Compativel	Suficiente
40	VideoConferencia	Suficiente
40	EscritorioColetivo	Suficiente
40	EscritorioPrivado	Suficiente
40	Recepcao	Suficiente
45	Incompativel	Suficiente
45	Reunioes	Insuficiente
45	Compativel	Suficiente
45	VideoConferencia	Suficiente
45	EscritorioColetivo	Suficiente
45	EscritorioPrivado	Suficiente
45	Recepcao	Suficiente
50	Incompativel	Insuficiente
50	Reunioes	Insuficiente
50	Compativel	Insuficiente
50	VideoConferencia	Insuficiente
50	EscritorioColetivo	Suficiente
50	EscritorioPrivado	Insuficiente
50	Recepcao	Suficiente
60	Incompativel	Insuficiente
60	Reunioes	Insuficiente
60	Compativel	Insuficiente
60	VideoConferencia	Insuficiente
60	EscritorioColetivo	Insuficiente
60	EscritorioPrivado	Insuficiente
60	Recepcao	Insuficiente

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O condicionamento acústico está relacionado à probabilidade condicional de existir ou não conforto acústico como também com os índices de reverberação, considerando que até cinco segundos são índices aceitáveis, de acordo com norma Alemã VDI 2569.

Condicionamento acústico

Node: **CondicionamentoAcusti_** Apply OK

Chance ▼ **% Probability** ▼ Reset Close

Reverberacao	ConfortoAcustico	Possui	NaoPos...
MaiorCincoSegundos	Possui	28	72
MaiorCincoSegundos	NaoPossui	0	100
MenorCincoSegundos	Possui	100	0
MenorCincoSegundos	NaoPossui	72	28

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A relação com o som do ambiente, está relacionada com a aplicação, existência ou não de música ambiente e sons da natureza, simulados ou naturais. E foi distribuída as probabilidades igualmente em colunas se possui ou não possui.

Som ambiente

Node: **SomAmbiente** Apply OK

Chance ▼ **% Probability** ▼ Reset Close

RuidoControlado	Musica	NaoPossui	SonsDaNaturezaA...
Possui	50	0	50
NaoPossui	0	100	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Por fim as influências consideradas entre som ambiente, isolamento e condicionamento acústico, foram representadas na tabela 26, fazendo a relação dos impactos nos usuários, como foco, interesse, criatividade, sobrecarga cognitiva, atenção, desempenho, produtividade, raciocínio, prazer, memória, surdez, hipertensão, estresse e ritmo circadiano. Conforme apresentam os autores Pallasmaa (2009), Ikei, Song e Miyazaki (2017), Patrício (2000); Scherer (2005).

Impactos da acústica

Node: ImpactosDaAcustica

ApplyOK

Chance% Probability

ResetClose

SomAmbi...	Isolament...	Condicion...	Criativid...	Interesse	Foco	RitmoCir...	Sobrecar...	Atencao	Desemp...	Produtivi...	Raciocinio	Prazer	Memoria	ChanceD...	Extresse...	Extresse...
Musica	Insuficiente	Possui				9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091
Musica	Insuficiente	NaoPossui				12.5	12.5				12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Musica	Suficiente	Possui	10	10	10			10	10	10	10	10	10			10
Musica	Suficiente	NaoPossui	14.285	14.285	14.285						14.286	14.286	14.286			14.286
NaoPossui	Insuficiente	Possui				14.285	14.285	14.285	14.286	14.286				14.286	14.286	
NaoPossui	Insuficiente	NaoPossui				25	25							25	25	
NaoPossui	Suficiente	Possui	16.667	16.667	16.667			16.667	16.666	16.666						
NaoPossui	Suficiente	NaoPossui	20	20	20		20								20	
SonsDaNat...	Insuficiente	Possui				9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091	9.091
SonsDaNat...	Insuficiente	NaoPossui				12.5	12.5				12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
SonsDaNat...	Suficiente	Possui	10	10	10			10	10	10	10	10	10			10
SonsDaNat...	Suficiente	NaoPossui	14.285	14.285	14.285						14.286	14.286	14.286			14.286

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No contexto da abordagem da ramificação principal da biofilia direta, ligada à influência da “ativação neural”, são considerados os elementos identificados por Kellert e Calabrese (2015) e foram incorporados os dados provenientes da pesquisa conduzida por Browning e Cooper (2015, p.12). Esses elementos, essenciais para promover a conexão direta com a natureza, englobam a presença de luz natural, que foi constatada como inexistente em 47% dos ambientes analisados; a presença de vegetação natural, ausente em 58% dos espaços investigados; a disponibilidade de ar natural, não presente em 11% dos locais examinados; e a presença de elementos naturais, identificados como ausentes em 19% das situações analisadas.

Atributos da biofilia direta

Node: Iluminacao

ApplyOK

Chance% Probability

ResetClose

BiofiliaDireta	ApenasArtificial	NaturalEArtificial
LuzNatural	47	53
VegetacaoNatural	58	42
ArNatural	11	89
ElementosNaturais	19	81

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Vegetação natural e a ventilação natural através das janelas, bem como o uso de condicionamento de ar, uso de aromas ou fragâncias e a existência ou não de vegetação externa, exercem influência sobre a qualidade do ar, assim como resultam em um impacto para os usuários. Os índices foram distribuídos igualmente conforme o resultado do impacto, sendo positivo com ar puro e negativo com o ar possivelmente abafado.

Qualidade do ar

Node: QualidadeDoAr					Apply	OK
Chance		% Probability		Reset	Close	
Janelas	VegeracaoExterna	CondicionamentoAr	AromasEfragrancias	Vegetacao	Puro	Abafado
Abertas	Possui	Possui	Positivo	Possui	100	0
Abertas	Possui	Possui	Positivo	NaoPossui	100	0
Abertas	Possui	Possui	SemlImpacto	Possui	100	0
Abertas	Possui	Possui	SemlImpacto	NaoPossui	100	0
Abertas	Possui	Possui	Negativo	Possui	80	20
Abertas	Possui	Possui	Negativo	NaoPossui	80	20
Abertas	Possui	NaoPossui	Positivo	Possui	80	20
Abertas	Possui	NaoPossui	Positivo	NaoPossui	80	20
Abertas	Possui	NaoPossui	SemlImpacto	Possui	80	20
Abertas	Possui	NaoPossui	SemlImpacto	NaoPossui	80	20
Abertas	Possui	NaoPossui	Negativo	Possui	60	40
Abertas	Possui	NaoPossui	Negativo	NaoPossui	60	40
Abertas	NaoPossui	Possui	Positivo	Possui	80	20
Abertas	NaoPossui	Possui	Positivo	NaoPossui	80	20
Abertas	NaoPossui	Possui	SemlImpacto	Possui	80	20
Abertas	NaoPossui	Possui	SemlImpacto	NaoPossui	80	20
Abertas	NaoPossui	Possui	Negativo	Possui	60	40
Abertas	NaoPossui	Possui	Negativo	NaoPossui	60	40
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	Positivo	Possui	60	40
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	Positivo	NaoPossui	60	40
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	SemlImpacto	Possui	60	40
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	SemlImpacto	NaoPossui	60	40
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	Negativo	Possui	40	60
Abertas	NaoPossui	NaoPossui	Negativo	NaoPossui	40	60
Seladas	Possui	Possui	Positivo	Possui	80	20
Seladas	Possui	Possui	Positivo	NaoPossui	80	20
Seladas	Possui	Possui	SemlImpacto	Possui	80	20
Seladas	Possui	Possui	SemlImpacto	NaoPossui	80	20
Seladas	Possui	Possui	Negativo	Possui	60	40
Seladas	Possui	Possui	Negativo	NaoPossui	60	40
Seladas	Possui	NaoPossui	Positivo	Possui	60	40
Seladas	Possui	NaoPossui	Positivo	NaoPossui	40	60
Seladas	Possui	NaoPossui	SemlImpacto	Possui	60	40
Seladas	Possui	NaoPossui	SemlImpacto	NaoPossui	60	40
Seladas	Possui	NaoPossui	Negativo	Possui	40	60
Seladas	Possui	NaoPossui	Negativo	NaoPossui	20	80
Seladas	NaoPossui	Possui	Positivo	Possui	60	40
Seladas	NaoPossui	Possui	Positivo	NaoPossui	40	60
Seladas	NaoPossui	Possui	SemlImpacto	Possui	60	40
Seladas	NaoPossui	Possui	SemlImpacto	NaoPossui	60	40
Seladas	NaoPossui	Possui	Negativo	Possui	40	60
Seladas	NaoPossui	Possui	Negativo	NaoPossui	20	80
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	Positivo	Possui	40	60
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	Positivo	NaoPossui	20	80
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	SemlImpacto	Possui	20	80
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	SemlImpacto	NaoPossui	0	100
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	Negativo	Possui	20	80
Seladas	NaoPossui	NaoPossui	Negativo	NaoPossui	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os impactos resultantes das variáveis de ventilação para os usuários estão representados conforme seus benefícios ou malefícios, expostos por Pallasmaa (2009), Gurgel (2020) e Crízel (2021).

Impactos da ventilação

Node:
ImpactosDaVentilacao

Chance

% Probability

Apply

OK

Reset

Close

QualidadeDoAr	QuedaProdutivid...	Desconforto	Memoria	Produtividade	ProblemasRespir...	CapacidadeCogni...	BemEstar	QuedaBemEstar	Humor
Puro	0	0	20	20	0	20	20	0	20
Abafado	25	25	0	0	25	0	0	25	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As variáveis influenciadoras sobre os aromas e fragrâncias estão representadas conforme sugerem os autores Souza (2020), Steinemann (2017) e Fuente (2013).

Aromas e fragrâncias

Node: Cafe		Apply	OK	Node: FragranciaArtificial		Apply	OK																				
Deterministic		Function	Reset	Close	Chance		% Probability																				
Reset		Close		Reset		Close																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>AromasEFragrancias</th> <th>Cafe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Positivo</td> <td>Possui</td> </tr> <tr> <td>SemImpacto</td> <td>NaoPossui</td> </tr> <tr> <td>Negativo</td> <td>NaoPossui</td> </tr> </tbody> </table>		AromasEFragrancias	Cafe	Positivo	Possui	SemImpacto	NaoPossui	Negativo	NaoPossui			<table border="1"> <thead> <tr> <th>AromasEFragrancias</th> <th>Possui</th> <th>NaoPos...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Positivo</td> <td>20</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>SemImpacto</td> <td>0</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Negativo</td> <td>80</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		AromasEFragrancias	Possui	NaoPos...	Positivo	20	80	SemImpacto	0	100	Negativo	80	20		
AromasEFragrancias	Cafe																										
Positivo	Possui																										
SemImpacto	NaoPossui																										
Negativo	NaoPossui																										
AromasEFragrancias	Possui	NaoPos...																									
Positivo	20	80																									
SemImpacto	0	100																									
Negativo	80	20																									
Node: AromaNatural		Apply	OK	Node: Oleos		Apply	OK																				
Deterministic		Function	Reset	Close	Deterministic		Function																				
Reset		Close		Reset		Close																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>AromasEFragrancias</th> <th>AromaNatural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Positivo</td> <td>Possui</td> </tr> <tr> <td>SemImpacto</td> <td>NaoPossui</td> </tr> <tr> <td>Negativo</td> <td>NaoPossui</td> </tr> </tbody> </table>		AromasEFragrancias	AromaNatural	Positivo	Possui	SemImpacto	NaoPossui	Negativo	NaoPossui			<table border="1"> <thead> <tr> <th>AromasEFragrancias</th> <th>Oleos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Positivo</td> <td>Possui</td> </tr> <tr> <td>SemImpacto</td> <td>NaoPossui</td> </tr> <tr> <td>Negativo</td> <td>NaoPossui</td> </tr> </tbody> </table>		AromasEFragrancias	Oleos	Positivo	Possui	SemImpacto	NaoPossui	Negativo	NaoPossui						
AromasEFragrancias	AromaNatural																										
Positivo	Possui																										
SemImpacto	NaoPossui																										
Negativo	NaoPossui																										
AromasEFragrancias	Oleos																										
Positivo	Possui																										
SemImpacto	NaoPossui																										
Negativo	NaoPossui																										

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

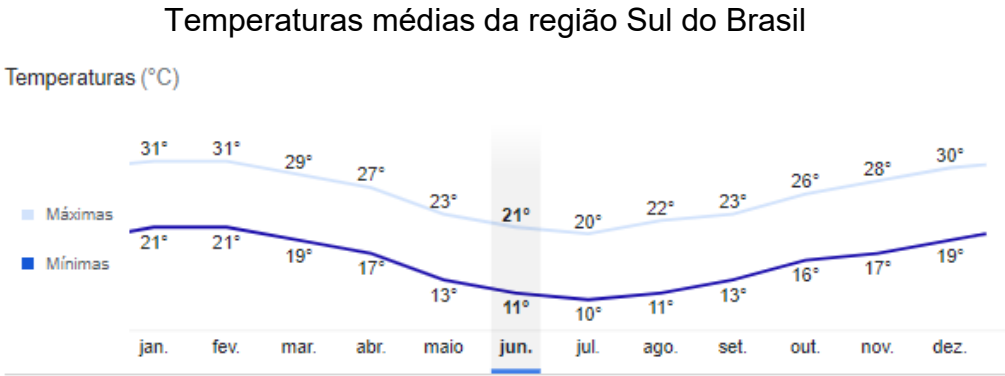
O uso de aromas e fragrâncias, vinculado à existência de ventilação natural ou não, e à necessidade de uso de purificadores de ar também são consideradas.

Purificadores de ar

Node: Purificadores				Apply	OK
Chance				% Probability	Reset
				Close	
Janelas	AromasEFragrancias	Possui	NaoPos...		
Abertas	Positivo	25	75		
Abertas	SemImpacto	50	50		
Abertas	Negativo	75	25		
Seladas	Positivo	25	75		
Seladas	SemImpacto	50	50		
Seladas	Negativo	75	25		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Outra condicionante vinculada à existência ou não de ventilação natural está vinculada com a temperatura operativa, resultado da média das temperaturas esperadas para a região sul do Brasil, segundo pesquisa da *National Centers for Environmental Information*, e representadas as probabilidades em intervalos conforme o cálculo de quartis e resumo dos cinco, sugerido por Triola (2017, p147).



Fonte: *National Centers for Environmental Information* (2024)

Temperatura operativa média

Node: TemperaturaOperativa

Apply OK

Chance ▼ % Probability ▼ Reset Close

Janelas	0 to 18	18 to 26	26 to 40
Abertas	33.333	41.667	25
Seladas	33.333	41.667	25

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O conforto adaptativo, conforme Batiz *et al.* (2009), deve ficar entre 18°C e 26°C, considerando que valores maiores ou menores a este intervalo resultará em níveis de desconforto graduais, considerando o cálculo de quartis e resumo dos cinco, conforme Triola (2017, p147).

Conforto adaptativo

Node: ConfortoAdaptativo

Apply OK

Deterministic ▼ Function ▼ Reset Close

TemperaturaOperativa	ConfortoAdaptativo
0 to 18	NaoPossui
18 to 26	Possui
26 to 40	NaoPossui

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O condicionamento de ar é vinculado e influenciado pelo conforto adaptativo. Uma vez que não possui conforto pela temperatura natural, o condicionamento de ar deve suprir a necessidade e com este acontecimento iniciará uma simulação da temperatura e ar natural que exercerá influência sobre a ramificação principal denominada biofilia indireta.

Condicionamento de ar

Node: **CondicionamentoAr** ▼ Apply OK

Chance ▼ **% Probability** ▼ Reset Close

ConfortoAdaptativo	Possui	NaoPos...
Possui	41.7	58.3
NaoPossui	58.3	41.7

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Resultando no impacto da temperatura no desempenho, foco, atenção, memória, fadiga, sobrecarga cognitiva, desatenção, sono, depressão e bem-estar. Probabilidades distribuídas uniformemente conforme os índices influenciadores do impacto.

Impactos da temperatura

Node: ImpactosTemperatura ▼ Apply OK										
Chance ▼ % Probability ▼ Reset Close										
ConfortoAdaptativo	Desempenho	Foco	Atencao	DiminuicaoMe...	Fadiga	SobrecargaCo...	Descordenacao	Sono	Depressao	BemEstar
Possui	25	25	25	0	0	0	0	0	0	25
NaoPossui	0	0	0	16.667	16.667	16.667	16.666	16.666	16.667	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Também influenciando a biofilia direta tem-se a iluminação, que exercerá influencia sobre a ventilação natural, qualidade da iluminação e o ciclo circadiano dos usuários.

A probabilidade da ventilação natural está relacionada a dados apresentados por Browning e Cooper (2015, p.12), onde explanam que a disponibilidade de ar natural não está presente em 11% dos ambientes corporativos.

Ventilação natural

Node: **VentilacaoNatural** Apply OK

Chance ▼ % Probability ▼ Reset Close

Iluminacao	Possui	NaoPos...
ApenasArtificial	11	89
NaturalEArtificial	89	11

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A ventilação natural exerce influência sobre as variáveis de ventilação cruzada.

Ventilação cruzada

Node: **VentilacaoCruzada** Apply OK

Chance ▼ % Probability ▼ Reset Close

VentilacaoNatural	Possui	NaoPos...
Possui	50	50
NaoPossui	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Como probabilidade resultante da existencia de ventilação natural, tem-se a variável da vista para o exterior.

Vista externa

Node: **Vista** Apply OK

Chance ▼ % Probability ▼ Reset Close

VentilacaoNatural	PaisagemNatu...	PaisagemUrba...	NaoPossui
Possui	49	51	0
NaoPossui	0	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Conforme Browning e Cooper (2015), a probabilidade de escritórios corporativos no Brasil estarem localizados em paisagens urbanas é de 51%, e 49% é a probabilidade de localização em paisagens naturais. Existe também a possibilidade de não possuir aberturas, janelas ou vistas para o exterior da edificação. Os impactos resultantes da exposição à vista para o exterior, de acordo com os mesmos autores, possui as interferências.

Impactos da vista externa

Node: ImpactosVista

ApplyOKResetClose

Chance% Probability

Vista	Distracao	Hostil	Estresse	RecuperacaoPsicologica	Serenidade	Agilidade	Concentracao
PaisagemNatural				25	25	25	25
PaisagemUrbana	33.333	33.333	33.333				
NaoPossui							100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A qualidade da iluminação é influenciada pelo tipo de iluminação, se artificial ou natural, pela temperatura da luz artificial e pelo fluxo luminoso.

Qualidade da iluminação

Node: IluminacaoQualidade

ApplyOKResetClose

Chance% Probability

FluxoLuminoso	Temperatura	RegulagemAutomatica	Iluminacao	Insatisfatoria	NaturalEArtificial
750	2700	Possui	ApenasArtificial	24	76
750	2700	Possui	NaturalEArtificial	24	76
750	2700	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
750	2700	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
750	6500	Possui	ApenasArtificial	24	76
750	6500	Possui	NaturalEArtificial	24	76
750	6500	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
750	6500	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
750	4000	Possui	ApenasArtificial	24	76
750	4000	Possui	NaturalEArtificial	24	76
750	4000	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
750	4000	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1000	2700	Possui	ApenasArtificial	76	24
1000	2700	Possui	NaturalEArtificial	76	24
1000	2700	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1000	2700	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1000	6500	Possui	ApenasArtificial	24	76
1000	6500	Possui	NaturalEArtificial	24	76
1000	6500	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1000	6500	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1000	4000	Possui	ApenasArtificial	24	76
1000	4000	Possui	NaturalEArtificial	24	76
1000	4000	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1000	4000	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1500	2700	Possui	ApenasArtificial	24	76
1500	2700	Possui	NaturalEArtificial	24	76
1500	2700	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1500	2700	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1500	6500	Possui	ApenasArtificial	24	76
1500	6500	Possui	NaturalEArtificial	24	76
1500	6500	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1500	6500	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
1500	4000	Possui	ApenasArtificial	24	76
1500	4000	Possui	NaturalEArtificial	24	76
1500	4000	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
1500	4000	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O fluxo luminoso foi calculado conforme fórmula indicada na NBR 5413, considerando o ambiente de trabalho de escritórios corporativos, incorporando a relação entre os fatores de refletância das superfícies do ambiente, velocidade e precisão necessárias para executar a tarefa e a idade dos usuários.

Fluxo luminoso

Node: FluxoLuminoso				Apply	OK
Deterministic				Reset	Close
Function					
Idade	VelocidadeEPrecisao	Refletancia	FluxoLuminoso		
0 to 40	SemImportancia	0 to 30	1000		
0 to 40	SemImportancia	30 to 70	750		
0 to 40	SemImportancia	70 to 100	750		
0 to 40	Importante	0 to 30	1000		
0 to 40	Importante	30 to 70	1000		
0 to 40	Importante	70 to 100	1000		
0 to 40	Critica	0 to 30	1000		
0 to 40	Critica	30 to 70	1000		
0 to 40	Critica	70 to 100	1000		
40 to 55	SemImportancia	0 to 30	1000		
40 to 55	SemImportancia	30 to 70	1000		
40 to 55	SemImportancia	70 to 100	750		
40 to 55	Importante	0 to 30	1000		
40 to 55	Importante	30 to 70	1000		
40 to 55	Importante	70 to 100	1000		
40 to 55	Critica	0 to 30	1500		
40 to 55	Critica	30 to 70	1000		
40 to 55	Critica	70 to 100	1000		
55 to 100	SemImportancia	0 to 30	1500		
55 to 100	SemImportancia	30 to 70	1000		
55 to 100	SemImportancia	70 to 100	1000		
55 to 100	Importante	0 to 30	1500		
55 to 100	Importante	30 to 70	1000		
55 to 100	Importante	70 to 100	1000		
55 to 100	Critica	0 to 30	1500		
55 to 100	Critica	30 to 70	1500		
55 to 100	Critica	70 to 100	1500		

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O ciclo circadiano é influenciado pelas ramificações do tipo de iluminação, se natural ou artificial, temperatura da luz artificial e pela regulação automática da intensidade e temperatura da luz artificial. De acordo com Browning e Cooper (2015, p.12) 24% dos usuários não possuem iluminação satisfatória para a atividade desenvolvida, desta forma influenciando os parâmetros de regulação ou desregulação do ciclo circadiano.

Iluminação e ciclocircadiano

Node: Ciclocircadiano			Apply	OK
Chance	% Probability		Reset	Close
Temperatura	RegulagemAutomatica	Iluminacao	Regulado	Desregula...
2700	Possui	ApenasArtificial	76	24
2700	Possui	NaturalEArtificial	76	24
2700	NaoPossui	ApenasArtificial	76	24
2700	NaoPossui	NaturalEArtificial	76	24
6500	Possui	ApenasArtificial	76	24
6500	Possui	NaturalEArtificial	76	24
6500	NaoPossui	ApenasArtificial	0	100
6500	NaoPossui	NaturalEArtificial	0	100
4000	Possui	ApenasArtificial	76	24
4000	Possui	NaturalEArtificial	76	24
4000	NaoPossui	ApenasArtificial	24	76
4000	NaoPossui	NaturalEArtificial	24	76

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Adicionalmente à ramificação principal, o design ativo emerge como um resultado significativo para estimular a neuroplasticidade e proporcionar novas experiências, conforme enfatizado por Tieppo *apud* Crízel (2021, p. 42). Esse enfoque destaca a importância de projetar ambientes que promovam interações dinâmicas e estimulantes, capazes de desencadear processos adaptativos no cérebro humano.

Atributos do design ativo

Node: DesignAtivo			Apply	OK
Chance	% Probability		Reset	Close
Ergonomia	SinalizacaoUniversal	FrasesIncentivadoras	Possui	NaoPos...
Adequada	Possui	Possui	100	0
Adequada	Possui	NaoPossui	66.667	33.333
Adequada	NaoPossui	Possui	66.667	33.333
Adequada	NaoPossui	NaoPossui	33.333	66.667
Inadequada	Possui	Possui	66.667	33.333
Inadequada	Possui	NaoPossui	33.333	66.667
Inadequada	NaoPossui	Possui	33.333	66.667
Inadequada	NaoPossui	NaoPossui	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Dentre os fatores que influenciam o design ativo estão a ergonomia, sinalização universal e as frases incentivadoras. As relações de probabilidade foram atribuídas pelo parâmetro de possuir ou não possuir os elementos, os percentis igualmente distribuídos, sobre os fatores de impacto.

Influência frases motivadoras

Node: FrasesIncentivadoras Apply OK

Deterministic Function Reset Close

FrasesIncentivadoras1	FrasesIncentivadoras
Motivacao	Possui
Influenciacao	Possui
NaoPossui	NaoPossui

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Influência sinalização universal

Node: SinalizacaoUniversal Apply OK

Deterministic Function Reset Close

ImpactosSinalizacao	SinalizacaoUniversal
Facilidade	Possui
Inclusao	Possui
Adaptacao	Possui
Desempenho	Possui
Ansiedade	NaoPossui
Desconforto	NaoPossui

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A ramificação de ergonomia possui mais nós influenciadores, tais como mesas adaptáveis, ajustes de cadeiras, quantidade de monitores, regulagem de altura e de inclinação do monitor.

Mesas adaptáveis

Node: MesasAdaptaveis Apply OK

Chance % Probability Reset Close

Ergonomia	RegulagemAltura	SemRegulagem	PosibilidadeTrabalhoEm...
Adequada	65	0	35
Inadequada	0	100	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Cadeiras ajustáveis

Node: Cadeira Apply OK

Deterministic Function Reset Close

Ergonomia	Cadeira
Adequada	Ajustavel
Inadequada	NaoAjustavel

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Regulagem e inclinação do monitor

Node: Monitor		Apply	OK
Chance	% Probability	Reset	Close
TelaMonitor	Ergonomia	RegulagemAltura	SemRegulagemA...
Inclinavel	Adequada	100	0
Inclinavel	Inadequada	50	50
NaolInclinavel	Adequada	50	50
NaolInclinavel	Inadequada	0	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A relação estabelecida entre as frases incentivadoras e a sinalização universal e seus impactos para os usuários se salienta pela proporção de benefícios e malefícios de sua aplicação ou não. Ao exemplo da sinalização universal a proporção entre os benefícios de sua implantação são 66,7% contra 33,3% de malefícios caso não implantada.

Impacto da ergonomia

Node:
ImpactosErgonomia

Chance

% Probability

Apply

OK

Reset

Close

Ergonomia	NumeroDeMonitores	Memoria	AdaptacaoEln...	AbaloEmocio...	Produtividade	Engajamento	Desempenho	Conforto	Desempenho...	DoresCorporais	ReduzDoresC...
Adequada	0 to 1	12.5	12.5	0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	0	12.5
Adequada	1 to 2	11.111	11.111	0	22.222	11.111	11.111	11.111	11.111	0	11.111
Adequada	2 to 3	11.111	11.111	0	22.222	11.111	11.111	11.111	11.111	0	11.111
Inadequada	0 to 1	0	0	50	0	0	0	0	0	50	0
Inadequada	1 to 2	0	0	33.333	0	0	33.333	0	0	33.333	0
Inadequada	2 to 3	0	0	33.333	0	0	33.333	0	0	33.333	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As tabelas resultantes do preenchimento da rede bayesiana, resultam nas probabilidades de influência de cada elementos físicos sensórios e os impactos nos usuários.

APÊNDICE B – RELATÓRIO DO DIAGNÓSTICO DO ESTUDO DE CASO

Os seguintes relatórios foram entregues e apresentados como forma de *feedback* à empresa responsável por viabilizar e apoiar a realização do estudo de caso. Um relatório contendo o resumo do diagnóstico do ambiente e um relatório contendo o resumo da proposta aplicada.



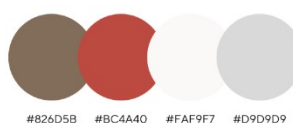
ASPECTOS COMPORTAMENTAIS EM AMBIENTES CORPORATIVOS

Uma análise sobre a percepção humana através da neuroarquitetura



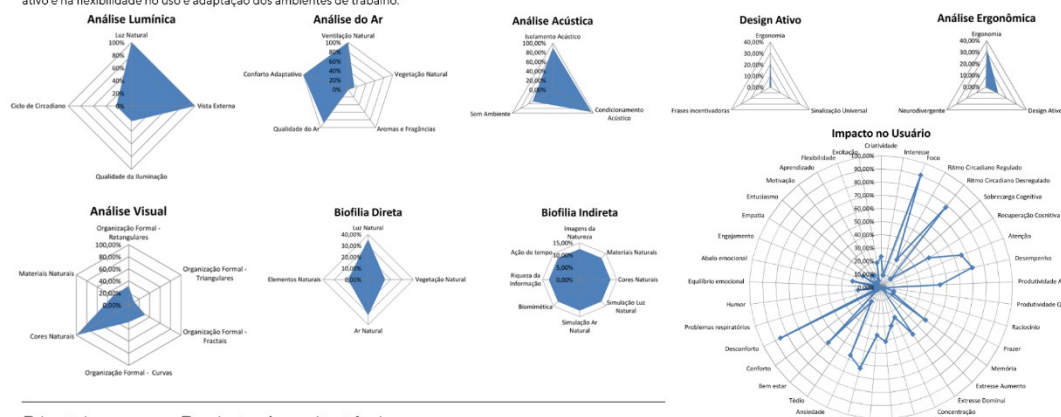
Paleta de cores

As cores predominantes no ambiente são o branco e o vermelho, cores naturais e elementos naturais como a madeira, com um brilho acetinado, promovem a sensação de maior acolhimento e segurança. Essas cores têm o potencial de estimular a excitação, o foco, a atenção, bem como, inspirar, aumentar, a felicidade dos usuários. Já o cinza pode induzir a depressão e ao estresse, bem como o vermelho em excesso.



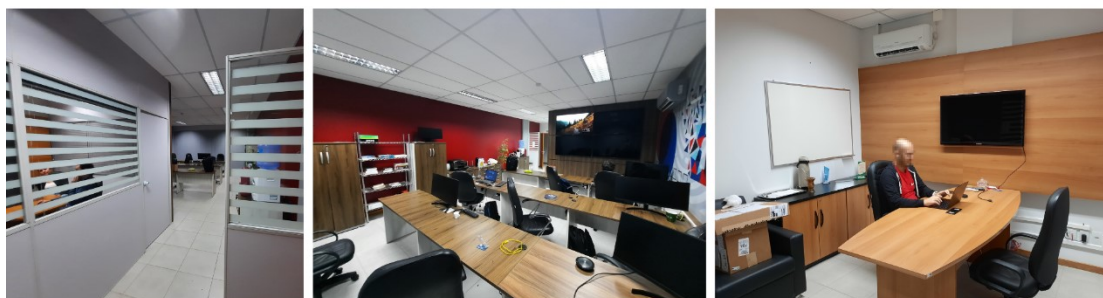
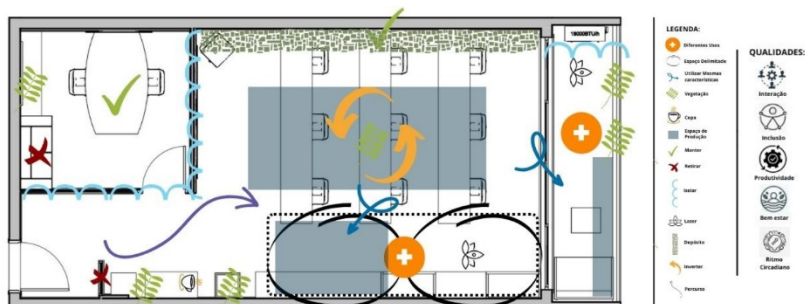
Análise de Indicadores

O ambiente apresenta desafios na iluminação, com intensidade abaixo do recomendado pela norma, e na acústica, especialmente na falta de isolamento acústico eficiente na sala de reuniões. No entanto, destaca-se o conforto térmico, a harmonia de formas e cores, com oportunidades de melhoria na presença de elementos naturais para fortalecer a conexão com a natureza, no design ativo e na flexibilidade no uso e adaptação dos ambientes de trabalho.



Diretrizes para Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico pode propor melhorias na iluminação, com o controle automático das persianas e a substituição do sistema por painéis reguláveis, visando adequar a iluminação às normas e regular o ciclo circadiano. Além disso, sugere a incorporação de elementos naturais, como plantas e paredes verdes, para aprimorar a qualidade do ar e promover bem-estar, juntamente com ajustes ergonômicos, como estações de trabalho ajustáveis em altura, visando melhorar o conforto e a produtividade dos usuários.





ASPECTOS COMPORTAMENTAIS EM AMBIENTES CORPORATIVOS

Uma análise sobre a percepção humana através da neuroarquitetura



Paleta de cores

A cor vermelha, existente em toda parede sul foi mantida, esta estratégia direciona o foco e a atenção dentro dos ambientes um e dois, estimulando a concentração individual. Uma faixa central de verde foi adicionada para diminuir a intensidade do vermelho que em excesso pode estimular o estresse, esta solução beneficia a produtividade, bem estar e a criatividade, além de diminuir as chances de desenvolvimento de depressão e estresse, por estar sempre no campo de visão ou na visão periférica dos usuários.



Proposta de Projeto Arquitetônico

O projeto preserva elementos visuais estimulantes, como o papel de parede ornamentado, e introduz melhorias ergonômicas nas estações de trabalho, incluindo regulagem de altura. Além disso, estratégias de design, como a disposição de luminárias, forro metálico e elementos naturais, são implementadas para fortalecer o ambiente, promovendo a saúde, a estética e a flexibilidade de escolha dos usuários entre diferentes zonas especializadas.

