

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

ELISEU MIRANDA DE ASSIS

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS,
BACTERIOLÓGICAS E SANITÁRIAS DA ÁGUA USADA PARA
CONSUMO HUMANO NAS COMUNIDADES INDÍGENAS MAXAKALI
DA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS/BRASIL**

SÃO LEOPOLDO/RS

2016

ELISEU MIRANDA DE ASSIS

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS,
BACTERIOLÓGICAS E SANITÁRIAS DA ÁGUA USADA PARA
CONSUMO HUMANO NAS COMUNIDADES INDIGENAS MAXAKALI
DA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS/BRASIL**

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

Orientadora: Dra. Nêmera Tregnago Barcellos (UNISINOS)

Coorientadora: Dra. Cleide Aparecida Bomfeti (UFVJM)

SÃO LEOPOLDO/RS
2016

614

A848a Assis, Eliseu Miranda de

Análise das características químicas, físico-químicas, bacteriológicas e sanitárias da água usada para consumo humano nas comunidades Indígenas Maxakali da região nordeste de Minas Gerais/Brasil / Eliseu Miranda de Assis; orientado por Nêmora Tregnago Barcellos; co-orientado por Cleide Aparecida Bomfeti. - São Leopoldo: UNISINOS, 2014.

66 p.

Tese Doutorado título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

1. Saúde coletiva. 2. Água - qualidade. 3. Populações indígenas. I. Barcellos, Nêmora Tregnago, orient. II. Bomfeti, Cleide Aparecida, co-orient. III. Título.

ELISEU MIRANDA DE ASSIS

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS,
BACTERIOLÓGICAS E SANITÁRIAS DA ÁGUA USADA PARA CONSUMO HUMANO
NAS COMUNIDADES INDÍGENAS MAXAKALI DA REGIÃO NORDESTE DE MINAS
GERAIS/BRASIL**

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

São Leopoldo, 15 de agosto de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Nêmora Tregnago Barcellos
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

(Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Lori Altmann
Universidade Federal de Pelotas

(Avaliador Externo)

Prof^a. Dr^a. Tonantzin Ribeiro Gonçalves
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

(Avaliador Interno)

Prof^a. Dr^a. Cristina Stenert
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

(Avaliador Interno)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado de um esforço coletivo.

Consciente de que é impossível listar a contribuição de todos, preciso expressar meu agradecimento ao menos a algumas delas:

- À comunidade Indígena Maxakali, conviver com vocês no período do mestrado e do doutorado me fez ver o mundo de outra maneira.
- Professora Nêmera Tregnago Barcellos, minha orientadora. Você me guiou por caminhos árduos de maneira tão suave, que me fez ver prazer, onde só esperava dor.
- Professora Cleide Bomfeti, que aceitou uma co-orientação em meio a tantos desafios e incertezas. Que sorte a minha.

De forma coletiva, preciso registrar a contribuição das equipes de trabalho do Laboratório de Análises de Contaminantes, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelo apoio e contribuições expressivas no trabalho de campo e nas análises.

À equipe de saneamento dos Polos Bases das Aldeias Maxakali (Polos Machacalis e Teófilo Otoni) que estiveram presentes em todos os momentos da pesquisa em campo, além do apoio logístico.

Ao DSEI Minas Gerais/Espírito Santo, pela aprovação e apoio logístico.

Um agradecimento especial merece ser feito aos meus colegas e amigos Anderson Garcêz e Rogério de Oliveira Aguiar, por compartilhar diariamente minhas angústias e alegrias. Conviver com vocês me fez um ser humano melhor.

Na instituição em que estudo, não posso deixar de agradecer a algumas pessoas com as quais me relacionei e muito aprendi:

- Prof^a. Maria Teresa Olinto, agradeço seu acolhimento desde o primeiro dia.
- A todos os professores do Programa. Que orgulho ter passado por vocês.

Agradeço profundamente à Direção e aos funcionários do PPG em Saúde Coletiva da UNISINOS, pelo acolhimento, atenção e principalmente pelo ambiente acadêmico aberto ao pensamento crítico e ao debate de ideias.

Meu agradecimento e minha homenagem carinhosa aos meus tios Ana e José, pelos deliciosos cuidados nos intervalos entre as idas e vindas do trabalho de campo.

A vocês, não sei como expressar tanta gratidão pela presença em minha vida:

- Antônio Rangel
- Maria Mazarel

A Taise Amador, amiga para todos os momentos, foi você que me imergiu nos trabalhos com a comunidade indígena Maxakali.

Finalmente, agradeço a presença amorosa, da minha família, que mesmo não entendendo a complexidade do momento, de uma forma ou de outra, sempre estiveram presentes.

Nunca nos faltou nada.

APRESENTAÇÃO

De acordo com o regimento interno do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, o volume final da tese deverá compreender o projeto de pesquisa, o relatório de investigação e dois artigos científicos para publicação em periódicos científicos especializados e registrados junto aos órgãos indexadores de publicações científicas.

O presente volume apresenta o projeto de pesquisa da tese intitulada “Análise das características químicas, físico-químicas, bacteriológicas e sanitárias da água usada para consumo humano nas comunidades indígenas Maxakali da região nordeste de Minas Gerais/Brasil”, o Relatório de Pesquisa e dois artigos científicos para a avaliação e análise da sua relevância e pertinência por uma banca de exame de defesa de tese. O primeiro artigo, intitulado “Concentrações elevadas de metais tóxicos em águas superficiais e subterrâneas na comunidade Indígena Maxakali, região nordeste de Minas Gerais/Brasil: Um risco de exposição”, apresenta e discute os resultados de onze dos trinta e três metais analisados na água de consumo por essa comunidade. O segundo artigo, “Aspectos físico-químicos e microbiológicos de águas superficiais e subterrâneas na comunidade Indígena Maxakali na região Nordeste de Minas Gerais/Brasil”, trata dos resultados a partir das variáveis físico-químicas e microbiológicas encontradas nas análises.

Destaca-se que o Projeto de Pesquisa corresponde ao detalhamento do planejamento do processo de produção da investigação científica, contemplando, dentre os seus principais tópicos, a revisão de literatura e o método utilizado. A sua exequibilidade foi avaliada e aprovada em Exame de Qualificação, realizado no dia 10 de julho de 2014. No Relatório de Pesquisa, são descritas as atividades de trabalho de campo e a logística desenvolvida durante a investigação e, nos artigos científicos, são apresentados os resultados originais da pesquisa realizada, procurando contemplar os requisitos exigidos para a publicação em periódico científico especializado.

SUMÁRIO

PROJETO DE PESQUISA.....	9
RELATÓRIO DE PESQUISA.....	73

PROJETO DE PESQUISA

ELISEU MIRANDA DE ASSIS

TÍTULO DO PROJETO

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS,
BACTERIOLÓGICAS E SANITÁRIAS DA ÁGUA USADA PARA CONSUMO
HUMANO NAS COMUNIDADES INDÍGENAS MAXAKALI DA REGIÃO
NORDESTE DE MINAS GERAIS/BRASIL**

**SÃO LEOPOLDO/RS, BRASIL
JUNHO DE 2014**

ELISEU MIRANDA DE ASSIS

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS,
BACTERIOLÓGICAS E SANITÁRIAS DA ÁGUA USADA PARA CONSUMO
HUMANO NAS COMUNIDADES INDIGENAS MAXAKALI DA REGIÃO
NORDESTE DE MINAS GERAIS/BRASIL**

Projeto de pesquisa apresentada a banca de qualificação no Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva da UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS.

Orientadora: Dr^a. Nêmora Tregnago Barcellos (UNISINOS)

Co-orientação: Dr^a. Cleide Aparecida Bomfeti (UFVJM)

**SÃO LEOPOLDO/RS, BRASIL
JUNHO DE 2014**

NOME DO CURSO DOUTORADO EM SAÚDE COLETIVA – UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS

DATA DE INGRESSO DO ALUNO: 05/08/2013

RESUMO DO PROJETO:

O processo de colonização levou a extinção de muitas sociedades indígenas que viviam no território dominado, seja pela ação das armas, escravização dos indígenas, contágio por doenças trazidas dos países distantes, ou, ainda, pela aplicação de políticas visando a "integração" dos índios à nova sociedade dominante, com forte influência européia. Dados do Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI, 2008), mostra que na população Maxakalí no período de 2000 a 2007, as doenças parasitárias e infecciosas representaram a principal causa de morte (20,57%), com um risco de 3,18 para cada 100 índios Maxakalí. A ausência de condições sanitárias, como a inexistência de uma infraestrutura de destino adequado dos dejetos e de acesso a água de boa qualidade, demonstram uma escassez ou a má administração de recursos públicos para com as populações indígenas do país. Nesse contexto a água quando contaminada pode transmitir agentes patogênicos de doenças bacterianas como a febre tifóide, a febre paratifóide, a disenteria bacilar, as enteroinfecções em geral e a cólera além de doenças virais como as hepatites infecciosas e a poliomielite. Assim, testar os parâmetros de qualidade da água e verificar se estão dentro dos limites estabelecidos para um consumo sem riscos, dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA (1986), representa tanto um serviço para essas comunidades, quanto um levantamento de um corpo de dados relevantes e necessários à pesquisa de caracterização dessas localidades do ponto de vista social e ambiental.

PALAVRAS –CHAVE: QUALIDADE DA ÁGUA; POPULAÇÕES INDÍGENAS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

FIGURA 1	Distribuição dos povos indígenas em Minas Gerais.....	28
FIGURA 2	Organização do modelo assistencial indígena.....	30
FIGURA 3	Mapa histórico do Brasil Centro-Leste.....	34
FIGURA 4	Pirâmide etária da população indígena Brasileira.....	35
FIGURA 5	Pirâmide etária da população indígena Maxakali.....	35
FIGURA 6	Localização dos polos-base (PI) Maxakali.....	36
FIGURA 7	Distribuição dos grupos residenciais da Aldeia Água Boa.....	37
FIGURA 8	Distribuição dos grupos residenciais da Aldeia Pradinho.....	38
FIGURA 9	Distribuição dos grupos residenciais da Aldeia Verde.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Mortalidade Maxakali por principais grupos de causas.....	40
TABELA 02	Prevalência de parasitos intestinais em comunidades indígenas no Brasil.....	43
TABELA 03	Relações de doenças transmitidas pela água.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA - Bahia

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CID-10 - Código Internacional de Doenças

CONEP - Comissão Nacional de ética em Pesquisa

DISEI - Distritos Sanitários Especiais Indígenas

EPF - Exame parasitológico de fezes

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posição Global)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MG/ES - Minas Gerais/ Espírito Santo

OMS - Organização Mundial de Saúde

PIN - Postos Indígenas

SIASI - Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena

SPI - Serviço de Proteção ao Índio

SUSA - Unidades Sanitárias de Saúde

UTM - Universal Transverso de Mercator

CONOMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTO TRAÇOS

Al	Alumínio
Cr	Cromo
Sb	Antimônio
Se	Selênio

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTO ULTRA-TRAÇOS

V	Vanádio
As	Arsênio
Ni	Níquel
Cd	Cádmio
Pb	Chumbo
Li	Lítio
B	Boro

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTO MACROMINERAIS

S	Enxofre
P	Fósforo

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTO MICROMINERAIS

Fe	Ferro
Zn	Zinco
Cu	Cobre
Mn	Manganês

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS METAIS ALCALINOS TERROSOS

Ba	Bário
Be	Berílio

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO

Co	Cobalto
Hg	Mercúrio
Ag	Prata
U	Urânio

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS ELEMENTOS QUIMICOS GÁS

N	Nitrogênio
O	Oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral.....	21
2.2	Objetivos específicos.....	21
2.3	HIPÓTESE.....	21
3	JUSTIFICATIVA	22
4	REFERENCIAL TEÓRICO	24
4.1	História Indígena no Brasil.....	24
4.2	Os indígenas em Minas Gerais.....	26
4.3	A saúde indígena no Brasil.....	29
4.4	Os Maxakali.....	32
4.5	Prevalência de parasitos intestinais em comunidades indígenas no Brasil.....	41
4.6	Saneamento básico.....	44
4.7	Qualidade ambiental da água	48
5	MÉTODO	54
5.1	DESENHO DO ESTUDO.....	54
5.2	ÁREA DE ESTUDO.....	54
5.3	GEORREFERENCIAMENTO.....	54
5.4	COLETA DA ÁGUA.....	54
5.5	QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO, ULTRA-TRAÇOS, MACROMINERAIS E MICROMINERAIS.....	55
5.6	DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	55
5.7	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	55
5.8	TESTE MUTAGÊNICO (ALLIUM CEPA).....	56
5.9	PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS:.....	57
6	LIMITAÇÕES DO PROJETO	57
7	MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE RESULTADOS	58
8	INFRAESTRUTURA PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO	58
9	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	58
10	APÊNDICES	59
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

Ribeiro (1957), antropólogo brasileiro, definiu o indígena no texto "Culturas e línguas indígenas do Brasil" como sendo: (...) "aquela parcela da população brasileira que apresenta problemas de inadaptação à sociedade brasileira, motivados pela conservação de costumes, hábitos ou meras lealdades que vinculam a uma tradição pré-colombiana." Essa definição espelha o pensamento vigente nos mais de 500 anos de dissolução e integração imposta de identidades étnicas a qual os indígenas foram submetidos, e que levaram a população indígena a se miscigenar com os outros povos.

Esse conceito, tem na definição técnica atribuído pelas Nações Unidas no ano de 1986 (retirado de Luciano, 2006) um reforço, quando reafirma a ancestralidade e o vínculo ao território, como fatores fundamentais na construção da identidade indígena.

(...) as comunidades, os povos e as nações indígenas são aqueles que, contando com uma continuidade histórica das sociedades anteriores à invasão e à colonização que foi desenvolvida em seus territórios, consideram a si mesmos distintos de outros setores da sociedade, e estão decididos a conservar, a desenvolver e a transmitir às gerações futuras seus territórios ancestrais e sua identidade étnica, como base de sua existência continuada como povos, em conformidade com seus próprios padrões culturais, as instituições sociais e os sistemas jurídicos.

Embora haja diversos conceitos que buscam expressar a imensidade de características as comunidades indígenas, a definição dada por Diegues, 2001; (...) grupos humanos culturalmente diferenciados que historicamente reproduzem seu modo de vida, de forma mais ou menos isolada, com base em modos de cooperação social e formas específicas de relações com a natureza, caracterizados tradicionalmente pelo manejo sustentado do meio ambiente, parece traduzir melhor a forma como entendemos a comunidade aqui apresentada.

Entretanto o fortalecimento de uma nova consciência étnica dos povos indígenas do Brasil só se deu, a partir do reconhecimento da cidadania indígena e, conseqüentemente, a valorização das suas culturas, com a Constituição Federal de 1988, através do reconhecimento da capacidade civil, organizacional, social e políticas dos povos indígenas (BRASIL, 1988).

No momento que se iniciou o processo de colonização no Brasil, muitas sociedades indígenas acabaram por ser extintas em virtude de viverem no território dominado, isso se deu pela ação de armas, pela escravização dos indígenas ou, muitas das vezes, em decorrência da aquisição de doenças trazidas dos países distantes, ou, ainda, pela aplicação de políticas unilaterais visando a "integração" dos índios à nova sociedade dominante, com forte influência européia (FUNAI, 2007).

Doenças hoje triviais, como gripe, sarampo e coqueluche e outras mais graves, como tuberculose e varíola, vitimaram, muitas vezes, sociedades indígenas inteiras, por não terem os índios, imunidade natural a estes males (FUNAI, 2007). Entretanto, outros fatores como as carências nutricionais, também fazem parte do complexo causal que vitimou e perdura até os dias atuais nesses grupos, estando associados aos processos infecciosos e estabelecendo um ciclo de ações sinérgicas, no qual a desnutrição favorece a infecção, pela modificação da resposta imune, e esta, por sua vez, agrava a desnutrição (SOUSA *et al.* 2001).

Dados do Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI) apontam, no estudo da mortalidade na população indígena Maxakalí, classificados pelo Código Internacional de Doenças (CID-10) no período de 2000 a 2007, as doenças parasitárias e infecciosas como a principal causa de morte (20,57%), com um risco de 3,18 para cada 100 índios Maxakalí (SIASI, 2008).

Outros fatores como as precárias condições ambientais, decorrentes da insalubridade das habitações, são potencialmente favoráveis para o aumento das infecções por parasitas e, algumas vezes, podem contribuir para maior intensidade de transmissão, inclusive em áreas beneficiadas pelo saneamento ambiental (AVILA-PIRES; 1983).

Nesse ambiente sinérgico o saneamento básico é, sem dúvida a medida que resulta em benefícios duradouros para a comunidade, sendo imprescindível a construção de redes de esgotos e tratamento de água a fim de prevenir as doenças de veiculação hídrica.

Assim, pode ser considerado como objetivo primordial do saneamento, a promoção da saúde no homem em seu mais amplo sentido, buscando não apenas a ausência de doenças, mas também o bem-estar físico, mental e social. Evitando que a má disposição dos dejetos que permitem o contato do homem com parasitas responsáveis, pela ancilostomose, ascaridíase, amebíase, esquistossomose,

teníase, entre outras enteroparasitoses (NEVES, 2000) seja mais um fator de risco para esses grupos.

No obstante, a água quando contaminada também pode transmitir outros agentes patogênicos de doenças bacterianas como a febre tifóide, a febre paratifóide, a disenteria bacilar, as enteroinfecções em geral e a cólera, além de doenças virais como as hepatites infecciosas e a poliomielite. Nesse contexto, torna-se relevante discutir a sua qualidade, principalmente quando consumida por grupos populacionais residentes no ambiente longe das cidades, em virtude dos serviços de abastecimento e saneamento brasileiros ainda serem precários, explicando o ressurgimento de enfermidades e a incidência de óbitos provocados por doenças de veiculação hídrica (AVILA-PIRES; 1983).

Em diversas localidades no Brasil, a qualidade da água produzida não atende ao padrão de potabilidade vigente no país (ZANCUL, 2006), sendo cerca de 50% do seu volume proveniente de rios e 30% de lagos, lagoas e açudes. Desta forma, é fato que a ela constitui uma necessidade fundamental para a manutenção da vida, embora se saiba que, quando destinada ao consumo humano, pode representar um risco potencial para a saúde da população, devido à possibilidade de ocorrência de contaminantes químicos e patógenos quando coletadas diretamente em nascentes, rios e cisternas.

Os problemas relacionados à qualidade da água são muitos em todo o mundo. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que, a cada ano, morram 25 milhões de pessoas no mundo devido a doenças transmitidas pela água. Estimativas apontam, mundialmente, cerca de 900 milhões de casos de diarreias e aproximadamente dois milhões de óbitos infantis, por ano, associados ao consumo de água contaminada (ZANCUL, 2006).

Coimbra Jr. e Santos (2001) destacam o papel de diversas doenças infecto-parasitárias no perfil de morbimortalidade indígena, incluindo endemias como tuberculose, malária e leishmaniose, bem como as gastroenterites e infecções respiratórias, essas últimas com impacto particularmente intenso no segmento infantil. Inquéritos realizados em índios da Amazônia e do Nordeste indicam acentuada presença de poliparasitismo, atingindo todas as faixas etárias em ambos os sexos (FONTBONNE *et al.*, 2001; MIRANDA *et al.*, 1990; SALZANO & CALLEGARI-JACQUES, 1988).

Em muitas sociedades indígenas, o significado da água perpassa o conceito de necessidade fisiológica, sendo considerada como um bem da natureza e uma dádiva de Deus, ao qual, é atribuído o poder sobre a determinação de sua abundância ou sua escassez, fazendo parte de um modo de vida.

Diferentemente, nas sociedades urbanas e consideradas modernas, o valor atribuído ao elemento água parece ser apenas fisiológico, em virtude das necessidades corporais e comerciais, ou seja, como sendo um bem que pode ser domesticado e comercializado. Diegues (1998), descrevendo sobre a água e os povos indígenas remetem a mitos que narram a origem de algumas dessas sociedades diretamente a presença da água doce, sendo considerada como um ser vivo que deve ser respeitado. As representações culturais das águas variam segundo as culturas, as religiões, o habitat em que se desenvolveram sua maior ou menor disponibilidade.

Em ambas as sociedades as águas podem ser contaminadas e poluídas, porém, nas sociedades indígenas, a ocupação do entorno das suas terras, a invasão por terceiros com desmatamento, queimadas, assoreamento e poluição dos rios, tem afetado a disponibilidade de água limpa para esses grupos, mesmo nos casos em que a definição de limites e o processo de demarcação tenham ocorrido de forma satisfatória. Entretanto, mesmo que em ambas as sociedades a água possa ser um veículo transmissor de enfermidades, são as sociedades tradicionais, mais vulneráveis, que sofrem os maiores impactos.

Fatores como a ausência de condições sanitárias, a inexistência de uma infraestrutura de destino adequado dos dejetos e acesso a água de boa qualidade, impactam diretamente na saúde das populações indígenas do país. É comum a utilização de cursos de água (rios, igarapés, etc.) por essa população, para higiene pessoal e lavagem de utensílios, estabelecendo as condições propícias à propagação de enteroparasitoses e outros agentes patogênicos (FONTBONNE *et al.*, 2001; LINHARES, 1992; SANTOS *et al.*, 1993; LAWRENCE *et al.*, 1983).

Sendo assim, o equilíbrio das condições ambientais nas terras indígenas faz-se necessário como garantia para a saúde desses povos. Nesse sentido, analisar a qualidade da água usada por esses grupos, seguindo os parâmetros orientados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), auxiliará na gestão e no

monitoramento dos potenciais riscos à saúde, bem como servirá de instrumento de prevenção e mitigação das vulnerabilidades evidentes neste povos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Fazer um estudo descritivo sobre as condições sanitárias, químicas, físicas e físico-químicas da água utilizada para consumo humano pelas comunidades indígenas Maxakali na região nordeste do Estado de Minas Gerais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar estudo de georreferenciamento dos domicílios das comunidades indígenas Maxakali e pontos de coleta de água das famílias no intuito de analisar o impacto das condições de infra-estrutura e ambientais e seus padrões espaciais neste grupo;
2. Quantificar a presença e concentração de metais tóxicos presentes nas águas que abastecem essas comunidades indígenas;
3. Realizar uma avaliação físico-química das águas das comunidades de acordo com as normas preconizadas pelo CONAMA;
4. Diagnosticar a qualidade da água de abastecimento e de consumo através de variáveis físicas, químicas e microbiológicas (coliformes totais, *Escherichia coli*) e suas relações;
5. Realizar uma avaliação toxicológica (Teste de atividade mutagênica) das águas através do teste de *Allium cepa*.

2.3 HIPÓTESE

Assumindo que a água usada para o consumo não possui tratamento, espera-se que a qualidade da água nas aldeias indígenas Maxakali, possa apresentar indicadores químicos, físico-químicos e microbiológicos que apontem risco ao seu consumo, e que as aldeias estejam circundadas por atividades degradadoras do ambiente.

3. JUSTIFICATIVA

Entende-se como água potável aquela isenta de contaminantes químicos e microbiológicos e que também atenda certos requisitos de ordem estética. Os parâmetros para se determinar a qualidade da água encontram-se regulamentados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), sendo estes parâmetros obtidos através de análises químicas, fisico-químicas e biológicas em um determinado meio. No Brasil, essa normalização da qualidade da água para consumo humano foi iniciada na década de 70. Tais normas são referências para diferentes classes, com parâmetros que variam de acordo com o tipo de ecossistema aquático, sendo técnicas fundamentais para estabelecer um padrão de qualidade ao “produto” água, seja ele obtido diretamente da natureza (sem tratamento) ou por meio de processos químicos de tratamento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004; FREITAS E FREITAS, 2005).

O povo Maxakali é a segunda maior população indígena aldeada do Estado de Minas Gerais. A população atual é de aproximadamente 1500 indivíduos. A pirâmide etária se concentra na primeira idade. Poucos são os adultos com mais de 45 anos, e segundo informações do Ministério da Saúde (2007), nos Maxakali as doenças infecciosas e parasitárias, que na sua maioria estão relacionadas com os aspectos sanitários e higiênicos, são a principal causa de morte na população em geral e também em crianças com idade inferior a 05 anos. A situação existente nesta comunidade deixa claro que a qualidade da água é questionável, embora não conhecida.

Soma-se a esse risco, o fato das comunidades indígenas em questão, não serem familiarizadas com informações relativas aos padrões de potabilidade necessária para que a água possa ser consumida sem colocar em risco a saúde humana assim como não é comum, no grupo, o conhecimento sobre formas alternativas de purificação da água, como uso do hipoclorito, exposição à luz solar, filtração e fervura, agregando mais risco ao consumo.

A alta prevalência de parasitos intestinais identificados em inquérito colpoparasitológico neste grupo no ano de 2009, com índices elevados de positividade para *Entamoeba histolítica/Dispar*, Ancilostomíase, *Schistosoma mansoni*, *Trichuris trichiura* entre outros, corrobora com a hipótese de que possa ter

na água usada para o consumo deste grupo, seu fator de causalidade. O que justifica a necessidade de investigação proposto nesse projeto.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

No processo de exclusão social, econômica e cultural, que perdura há cinco séculos, as populações indígenas localizadas em território brasileiro, amparadas por conquistas e direitos sociais, embora já garantidos pela carta magna, continuam a mercê do acaso e do esquecimento. Coimbra Jr. e Santos (2001) analisando o perfil epidemiológico da população indígena no Brasil, destacam o papel de diversas doenças infecto-parasitárias, no perfil de morbimortalidade, incluindo endemias como tuberculose, malária e leishmaniose, bem como as gastroenterites e infecções respiratórias, estas últimas com impacto particularmente intenso no segmento infantil.

Os povos indígenas enfrentam situações distintas de tensão social, ameaças e vulnerabilidade. Assim, contextualizar a história indígena no Brasil, em Minas Gerais, a vulnerabilidade e resistência dos índios Maxakali e os aspectos das suas condições de saúde, são os principais eixos que serão tratados nesta revisão.

4.1 História indígena no Brasil

Segundo uma definição técnica das Nações Unidas (1986) *apud* UNESCO e Ministério da Educação (2006):

as comunidades, os povos e as nações indígenas são aqueles que, contando com uma continuidade histórica das sociedades anteriores à invasão e à colonização que foi desenvolvida em seus territórios, consideram a si mesmos distintos de outros setores da sociedade, e estão decididos a conservar, a desenvolver e a transmitir às gerações futuras seus territórios ancestrais e sua identidade étnica, como base de sua existência continuada como povos, em conformidade com seus próprios padrões culturais, as instituições sociais e os sistemas jurídicos.

Para a FUNAI (2009), os habitantes do continente americano descendem de populações advindas da Ásia, sendo que os vestígios mais antigos de sua presença na América, obtidos por meio de estudos arqueológicos, datam de 11 a 12,5 mil anos. Em relação aos povos indígenas, que hoje vivem na América do Sul, sabe-se

que são originários de povos caçadores que aqui se instalaram, vindos da América do Norte através do istmo do Panamá, e que ocuparam virtualmente toda a extensão do continente há milhares de anos.

Assim, Borges *et al.* (2009), descrevem o contato dos europeus com o Novo Mundo por meio do expansionismo ocidental no século XVI, como um momento histórico marcado pelo movimento de expansão política e econômica dos europeus, levando aos índios no Brasil conseqüências que os afetaram profundamente, como por exemplo a extinção de inúmeras etnias, a marginalização e o etnocídio de várias daquelas sobreviventes.

Corroborando com essa afirmação, Farage (1991) *apud* BORGES *et al.*, (2009), identifica, desde os primeiros tempos de colonização até o início do século atual, a fragilidade da assistência à saúde do índio, limitando-se, basicamente, a um complemento assistencial dependente da política da catequese, embora fossem percebidas algumas iniciativas isoladas, individuais ou vinculadas a políticas locais no processos de expansão das fronteiras nacionais, ao longo dos séculos que se seguiram.

Nesses primórdios, na sociedade envolvente, a medicina popular, religiosa e vinculada a práticas terapêuticas pré-industrializadas predominava. A partir do século XX, com a atuação de Rondon e seus seguidores, foi instituído a Serviço de Proteção ao Índio (SPI) em 1910, passando a assistência indígena à responsabilidade do Estado em todo o país. Nessa época, já havia consenso de que a população indígena requeria uma estrutura específica para o atendimento a seus problemas, em particular os de saúde, devido a fatores culturais e operacionais (áreas de difícil acesso), além das epidemiológicas (falta de memória imunológica dos grupos de contato recente para as doenças infecciosas que causavam altos índices de mortalidade). (LIMA, 1992; BLACK, 1994; SANTOS *et al.*, 2006).

Mesmo não dispondo de dados globais fidedignos sobre a situação de saúde da população indígena no Brasil, em termos gerais tem se observado um crescimento demográfico entre eles na maioria das regiões brasileiras, que em parte está associada a implantação de políticas de conservação do ambiente natural, demarcação das terras, melhoria do acesso aos serviços de saúde e da estabilização das relações interétnicas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1999).

No Brasil, os povos indígenas estão presentes em todos os estados, exceto no Piauí e Rio Grande do Norte, estando distribuídos em 567 terras indígenas que

se encontram em diferentes situações de regularização fundiária e que ocupam cerca de 12% do território nacional. Uma parcela vive em áreas urbanas, normalmente em periferias. Cerca de 60% dessa população vive no centro-oeste e norte do país, onde estão concentradas 98,7% das terras indígenas. Os outros 40% da população indígena estão confinados em apenas 1,3% da extensão das terras indígenas, localizadas nas regiões mais populosas do nordeste, leste e sul do país (FUNAI, 2013).

4.2 Os Indígenas em Minas Gerais

Entre 1760 e 1808, o príncipe Regente João declarou guerra aos Botocudos, conflito que durou cerca de meio século, envolvendo índios no sertão do leste. Após a Guerra aos Botocudos, expedições militares e paramilitares marcharam para dentro das florestas de Minas colonial. Esses fatores foram cruciais para a dizimação da população indígena na região e para o aprisionamento dos sobreviventes habitantes, tornados escravos. Em relação aos Maxakali, o fato de terem sido aliados dos colonizadores na Guerra dos Botocudos, é considerado um dos motivos de sua sobrevivência (RESENDE, LANGFUR, 2007).

Para Ribeiro (1977), o povo Maxakali sobreviveu a essas situações graças às condições geográficas e climáticas que encontraram quando se fixaram no extremo Nordeste do Estado de Minas, na divisa com a ponta sul do estado da Bahia, que contava com um clima tropical (quente) e um índice pluviométrico de mais de 2 metros ao ano. Ao longo da costa, havia pântanos, mangues e palmeiras tropicais.

Outro fator determinante para a sobrevivência dessa população foram as florestas densas do Vale do Rio Doce, que até então não haviam sido exploradas, servindo de abrigo para os índios e impedindo a penetração dos neobrasileiros (RUBINGER, 1963).

Resende e Langfur (2007), relatam que durante os séculos XVI e XVII diversos grupos indígenas habitavam o interior do estado de Minas Gerais. Com a explosão da mineração no interior do estado no século XVIII, esses habitantes refugiaram nas florestas a leste da capitania, conhecida como sertão do leste (Oriental). Com a queda nas descobertas de ouro, os colonizadores procurando novas fontes de riqueza mineral começaram a avançar florestas adentro, levando a

apropriação de terras desses nativos por meio da violência, forçando-os a utilizarem do mesmo recurso para se defenderem.

Ainda no século XVIII, Monteiro (2002), relata a criação de uma região denominada “zona tampão” que compreendia o rio de Contas (BA) e o rio Doce (MG/ES), formando uma área de intenso trânsito de populações indígenas, de indefinição fundiária e alvo de frentes econômicas. Essa zona separava as áreas de extração de ouro do litoral e do acesso indiscriminado às regiões de Minas.

Com a decadência definitiva do ciclo do ouro no século XIX, ainda segundo Monteiro (2002), essa região foi aberta à colonização. Foram feitas tentativas com o estabelecimento de colônias nacionais e militares para a ocupação do rio Doce. Isso proporcionou um aumento no confronto com os índios arredios e com aqueles que mantinham contatos intermitentes com os nacionais. Para minimizar essa situação, foram criados aldeamentos para estes povos, chamados de “índios bravos”.

Apartir daí, com a construção da estrada de ferro Vitória-Minas, em 1909, houve uma aceleração da colonização das áreas indígena nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais e, com isso, foi necessária a intervenção do SPI para resolver os conflitos entre índios e operários encarregados das obras da ferrovia (MONTEIRO, 2002).

A instalação do SPI determinou a imediata criação do Posto Indígena Pancas, localizado na serra João Leopoldino, com área de influência indo das margens do rio Pancas às do rio Doce, incluindo a do baixo Mutum. O posto indígena tinha como atribuição atrair os *Gutkrak*, os *Minhajirum* do Capitão Nazaré, os *Nakre-ehé* e os aldeados do Mutum, identificados pelo nome genérico de *Naknenuk* (MANIZER, 1919).

No ano de 1912, o SPI reformulou sua estrutura administrativa, passando a Inspetoria do Espírito Santo a responsabilizar-se pela assistência a todos os grupos indígenas que viviam no rio Doce nos dois Estados, contudo, grave epidemia surgiu entre eles em 1913, fazendo-os refugiar para as regiões de matas (MONTEIRO, 2002).

A construção da estrada de ferro trouxe efeitos implacáveis no destino dessas populações, pois tornou os índios dependentes da assistência prestada pelo SPI e das trocas que estabeleciam com os fazendeiros instalados entre os rios Pancas, Mutum e Doce. Entretanto, o maior problema enfrentado pelos grupos ali concentrados decorreu da pressão dos arrendatários junto ao governo do estado,

preocupado em expandir seus lotes, inviabilizando a permanência dos índios no local (MONTEIRO, 2002).

Na década de 30, o governo capixaba, interessado em transformar a área indígena num centro produtor de café, propôs ao SPI transferir os índios para o Posto destinado aos *Krenak*, no rio Eme, em Minas Gerais. Lentamente, o SPI foi transferindo os índios do Pancas até que, em 1939, todos os índios foram transferidos e as terras foram devolvidas ao Estado do Espírito Santo que titulou os arrendatários, colonos e fazendeiros invasores das terras do Posto Indígena (MONTEIRO, 2002).

Os povos indígenas do Estado de Minas Gerais oficialmente reconhecidos encontram-se divididos em 08 grupos distribuídos pelo território mineiro (Figura 1), principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Estado, sendo eles: Xakriabá, Pankararu, Aranã, Maxakali, Kaxixó, Pataxó, Krenak, e Xucuru-Kariri. (MINAS GERAIS, 2008).

FIGURA 1 Distribuição dos povos indígenas em Minas Gerais.



Fonte: Núcleo de Educação Escolar Indígena da Secretaria de Estado de Educação de MG.

Atualmente, Minas Gerais é o quinto estado com o maior contingente indígena do Brasil no ano de 2000. Estudo realizado por Dias et al. (2008), aponta para um aumento de 800% no número de autodeclarados indígenas no período de 1991 a 2000, totalizando 48.720 pessoas residentes em Minas Gerais de etnia indígena. Entretanto, o estudo realizado por este autor, foi baseado pelas

informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As informações dispostas pela FUNAI informam que a população indígena total em Minas Gerais não ultrapassa 7.500, por considerar índio somente aqueles que residem em aldeias (MINAS GERAIS, 2008).

O povo Maxakali é a segunda maior população indígena aldeada do Estado de Minas Gerais.

4.3 SAÚDE INDÍGENA NO BRASIL

Em 1910, com a atuação de Rondon e seus seguidores, foi instituído o Serviço de Proteção ao Índio (SPI), passando a assistência indígena como responsabilidade do Estado, em nível nacional (LIMA, 1992; BLACK, 1994; SANTOS *et al.*, 2006).

A partir do século XX, em razão do consenso de que a população indígena requeria uma estrutura específica para o atendimento a seus problemas, destaca-se a atuação das Unidades Sanitárias Aéreas (SUSA) do Ministério da Saúde, aproximadamente na segunda metade do século, que buscava prestar atendimento curativo, preventivo e de diagnóstico à saúde indígena nas regiões de difícil acesso. A partir de 1960, o SPI deu lugar a atual Fundação Nacional do Índio (FUNAI), criada em 1967, sendo este órgão vinculado ao Ministério do Interior (LIMA, 1992; BLACK, 1994; SANTOS *et al.*, 2006).

Assim, o modelo de atendimento à saúde passou a contar com os Postos Indígenas (PIN), que possuíam um auxiliar de enfermagem, para desenvolver ações curativas emergenciais e garantir a continuidade de tratamentos prolongados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007). Entretanto, esse novo modelo de atenção, não contava ainda com a participação dos índios no processo (GERSEM, 2006).

Com a promulgação da Constituição Federal em 1988, o protagonismo político dos povos indígenas foi reconhecido na garantia e na efetivação dos seus direitos, e na participação no desenvolvimento de políticas públicas de seu interesse. Com isso, inúmeros órgãos governamentais e não-governamentais passaram a atuar, nos diversos campos da ação indigenista, o que permitiu o surgimento de programas específicos gerenciados por diferentes instituições. (GERSEM, 2006).

A Constituição Federal promulgada em 1988, um marco histórico-social indígena, estipulou o reconhecimento e o respeito das organizações socioculturais

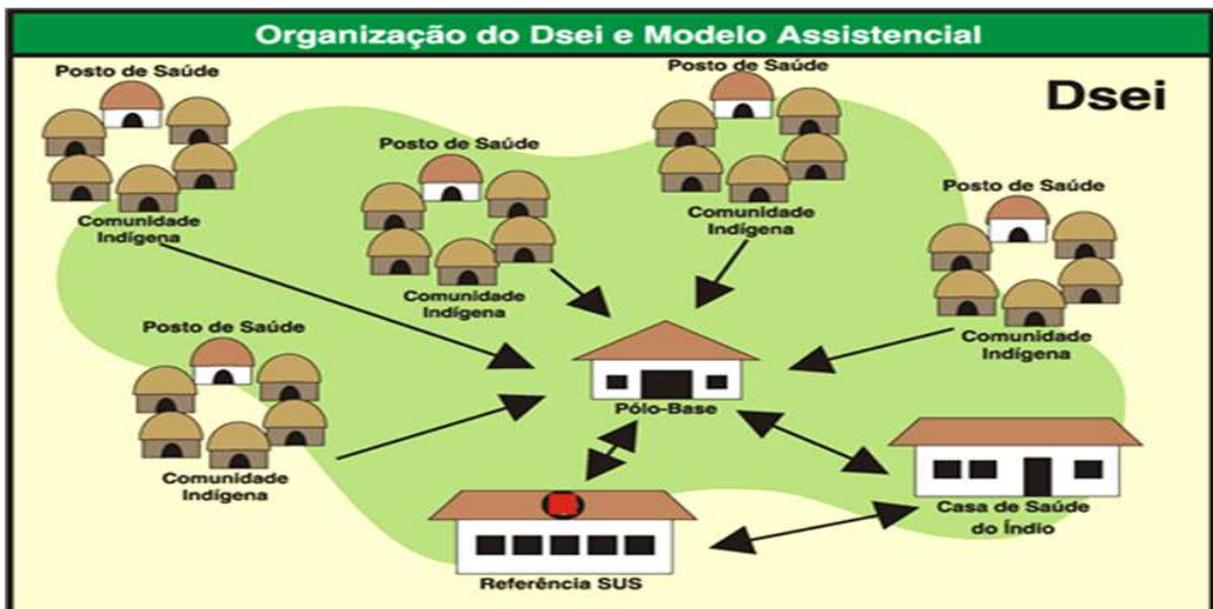
dos povos indígenas, assegurando-lhes a capacidade civil plena e estabelecendo como privativa da União à competência para legislar e tratar as questões indígenas (BOLETIM INFORMATIVO ESPECIAL FUNASA, 1999).

Em 1991, ocorre a transferência da gestão da saúde indígena da FUNAI para o Ministério da Saúde. Ainda em 1991, através do Decreto nº 23 pelo então Presidente Fernando Collor de Melo, foram implantadas os DSEIs (Distritos Sanitários Especiais Indígenas).

A Resolução Nº 02 da FUNAI de 27/10/94 cria a CIS - Comissão Intersectorial, que aprova o Modelo de Atenção Integral à Saúde das Populações Indígenas, reforçada em 1996 pela X Conferência Nacional de Saúde. A partir da II Conferência Nacional da Saúde para os Povos Indígenas, realizada em 1993, quando se recomendou a criação do Distrito Sanitário Especial Indígena, como modelo assistencial, com garantia de respeito às especificidades sócio-culturais, a Fundação Nacional de Saúde-(FUNASA), assina convênios com ONG'S e organizações indígenas para a atenção à saúde indígena (MENDONÇA, 2002).

A Figura 2 apresenta o modelo de organização do sistema de atenção a saúde indígena no Brasil.

Figura 2 - Organização do modelo assistencial indígena.



Fonte: Disponível em: <http://dab.saude.gov.br/>

O balanço do processo de implantação do subsistema de saúde indígena no Brasil, organizado por meio dos Distritos Sanitários Especiais Indígenas, revela

avanços significativos que têm contribuído para a melhoria das condições de vida e saúde dos povos indígenas que habitam o território nacional, mas ainda estão muito distantes das condições mínimas desejadas (GERSEM, 2006; SOUZA, 2007).

O distrito sanitário é um modelo de organização de serviços, orientado para ser um espaço etnocultural dinâmico, geográfico, populacional e administrativo delimitado. O DSEI é responsável pelo conjunto de atividades técnicas, medidas racionalizadas e qualificadas de atenção à saúde, tendo como objetivo promover a reordenação da rede de saúde e das práticas sanitárias, mas também organizar as atividades administrativo-gerenciais necessárias à prestação da assistência, estimulando o controle social (BRASIL, 1999).

Em 2000, como parte da Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas, foi criado o Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena (SIASI). Esse sistema visa à coleta, ao processamento e à análise de informações para o acompanhamento da saúde das comunidades indígenas, abrangendo óbitos, nascimentos, morbidade, imunização, produção de serviços, recursos humanos e infra-estrutura. Anteriormente ao SIASI, até 1999, as informações de saúde dos povos indígenas eram gerenciadas pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI). Em geral, alguns dados vitais, particularmente nascimentos e óbitos, eram coletados nas aldeias sem que fossem consolidados, analisados ou divulgados, satisfatoriamente.

Outro aspecto importante alcançado foi o aumento considerável de recursos financeiros específicos para a saúde indígena brasileira. Em 2000, foi destinada uma verba no valor de R\$ 90.600.820,00 para a saúde indígena. No ano de 2005, R\$ 255.043.890,00, representando um aumento de 281,5% ou R\$ 164.443.070,00. Entretanto, apesar do maior investimento na saúde indígena no país, esses avanços não foram capazes de reduzir os indicadores de não-saúde a níveis aceitáveis para a população em questão.

Atualmente, a estrutura da FUNASA para a saúde indígena encontra-se distribuída em todo o território nacional, à exceção dos estados do Piauí e Rio Grande do Norte. Nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Espírito Santo, existem ainda as Assessorias Indígenas, que cumprem o mesmo papel do DSEI, suas ações são financiadas pelo orçamento da FUNASA e do Ministério da Saúde; podendo ser complementada por organismos de cooperação internacional e da iniciativa privada. Os Estados e Municípios também deverão atuar complementarmente considerando que a população indígena está contemplada nos

mecanismos de financiamento do SUS (BRASIL/BOLETIM INFORMATIVO ESPECIAL FUNASA, 1999).

A cobertura à saúde indígena no Brasil conta com 337 Pólos-base, distribuídos em 460 municípios e 751 Postos de Saúde, sendo 55 na zona rural e 22 em zona urbana, dos quais 674 estão localizados em terras indígenas. O outro tipo de sistema são as Casas de Apoio à Saúde do Índio (Casais), que totalizam 60 casas localizadas em municípios de referência dos Dseis (FUNASA, 2009).

Dados consolidado dos relatórios de 1998, de 22 das 47 administrações regionais da Fundação Nacional do Índio, sobre uma população de cerca de sessenta mil indivíduos foram registrados 466 óbitos, quase 50% deles entre menores de cinco anos de idade, tendo como causas mais freqüentes as doenças transmissíveis, especialmente as infecções das vias respiratórias e as parasitoses intestinais, a malária e a desnutrição, evidenciando um quadro sanitário caracterizado pela alta ocorrência de agravos que poderiam ser significativamente reduzidos com medidas sanitárias e o estabelecimento de ações sistemáticas e continuadas de atenção básica (FUNAI, 1999).

4.4 Os Maxakalí

De acordo com Paraíso (1999) e o etnólogo Nimuendajú (1958), os remanescentes Maxakalí do vale do Mucuri em Minas Gerais se autodenominam *Monacó bm*. Entretanto, de acordo com o antigo chefe de posto e grande conhecedor da língua, da organização social e da história dos Maxakalí, Joaquim S. de Souza, eles se identificam como *Kumanaxú*. Por sua vez, Popovich (1992), profunda conhecedora da língua falada por eles, registra *Tikmu'ún* como o termo que adotam para si mesmos¹.

A mesma autora ainda afirma que os Maxakalí - palavra em língua desconhecida, aplicada pela primeira vez na área do rio Jequitinhonha - não podem ser identificados como um único grupo, mas como um conjunto de vários. A denominação decorre do fato desses grupos se articularem politicamente como aliados e terem se aldeado conjuntamente, sobretudo após 1808, quando ocorreu a invasão sistemática de seus territórios e se ampliaram os conflitos com outros grupos, particularmente com os denominados Botocudos (Guerra dos Botocudos).

¹ Fonte: <http://piib.socioambiental.org/pt/povo/maxakali/769>

A etnia Maxakali, apesar de todas as tentativas de extermínio, é uma das poucas que conseguiram permanecer com os vários aspectos de sua cultura. Apesar de serem caçadores, coletores, a adoção da agricultura, entre outros fatores já mencionados, foi um fator relevante para a sobrevivência desse grupo⁴.

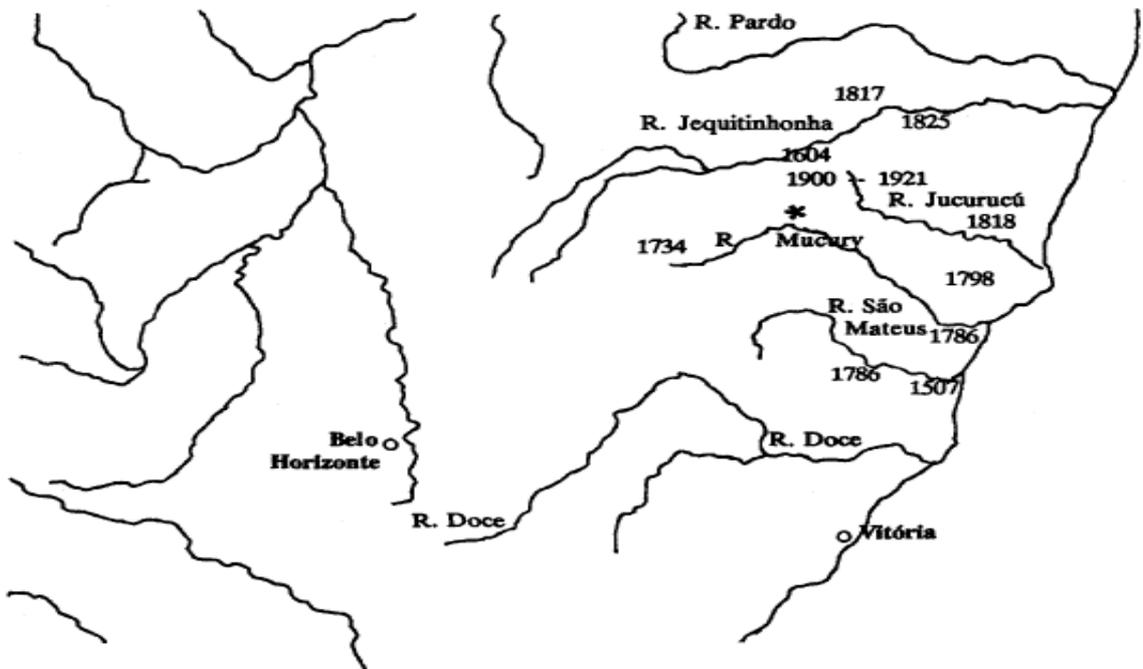
Rubinger, *apud* Carvalho e Alves (2009) em sua obra “Índios Maxakali: resistência ou morte”, diz que:

a capacidade de flexibilidade deste grupo é o fator que possibilitou a resistência tão expressiva após 300 anos de exploração. Este grupo esteve por quatro vezes em situação de risco de eliminação durante todo o processo de colonização, e considera as diferenças na efetivação da colonização dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri como primeiro fator relevante deste processo, levando em consideração tanto as atividades econômicas quanto a postura tomada pelos indígenas frente à colonização.

Em 1939, Nimuendajú (1958) encontrou uma população de Maxakali reduzida a 120-140 indivíduos no local onde ainda se acham hoje. Com a invasão dos neobrasileiros, vieram também as epidemias, sendo que a primeira foi de varíola que, por sua vez, foi seguida de outra de sarampo à qual não puderam resistir.

Em 1941, o Serviço de Proteção aos Índios (SPI) estabeleceu um posto para prestar assistência à tribo, que estava em perigo iminente de extinção. Conforme o censo feito pelo posto, em 1942, havia somente 59 sobreviventes e, como medida para deter o saque das roças indígenas por parte do gado, o posto colocou cercas, possibilitando o crescimento da população, ainda que lentamente. Em 1943, havia 118 Maxakali e, em 1957, conforme o censo realizado por Moretzsohn havia 189 indivíduos (RUBINGER, 1963). A Figura 3 mostra os locais habitados pela etnia indígena Maxakali.

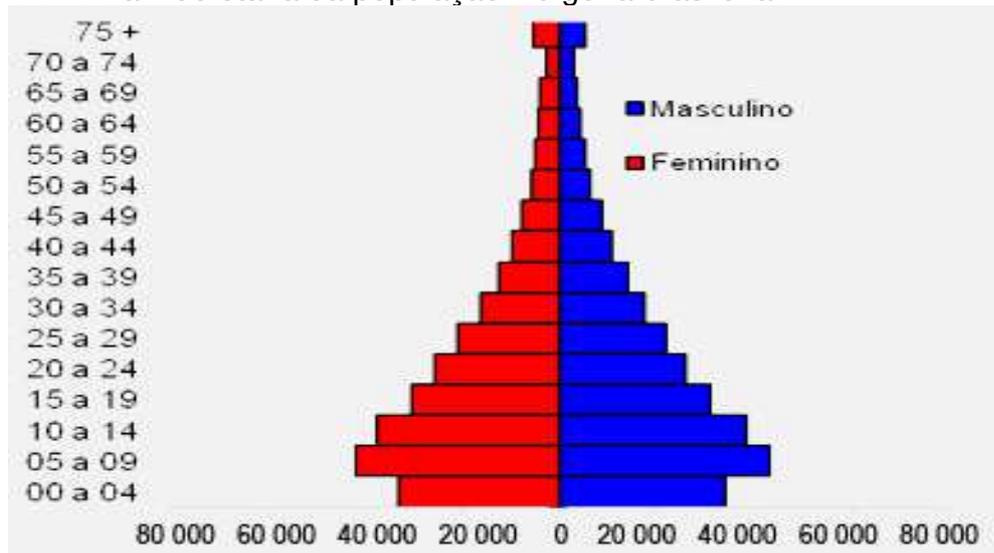
FIGURA 3 - Mapa histórico do Brasil Centro-Leste. As datas indicam a locação Maxakali nas áreas específicas.



Fonte: Adaptação do Handbook of South American Indians, vol. 1, p. 382, compilado por Curt Nimuendaju (POPOVICH, 1994).

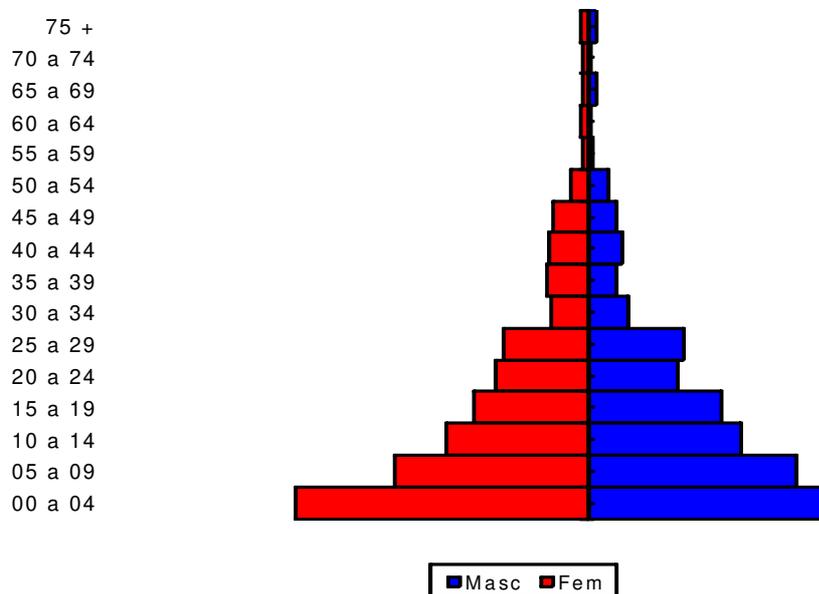
Mesmo sendo a segunda maior população indígena aldeada no estado de Minas Gerais com aproximadamente 1516 indivíduos, a pirâmide etária concentra-se na primeira idade e poucos são os adultos com mais de 45 anos. As Figuras 4 e 5, mostram respectivamente as pirâmides etárias da população indígena brasileira e dos povos Maxakali.

FIGURA 4 – Pirâmide etária da população indígena brasileira.



Fonte: www.funasa.gov.br/internet/desai/sistemaSiasiDemografialIndigena.asp#

FIGURA 5 – Pirâmide etária da população indígena Maxakali



Fonte: SIASI-FUNASA/MS, 05/04/2010.

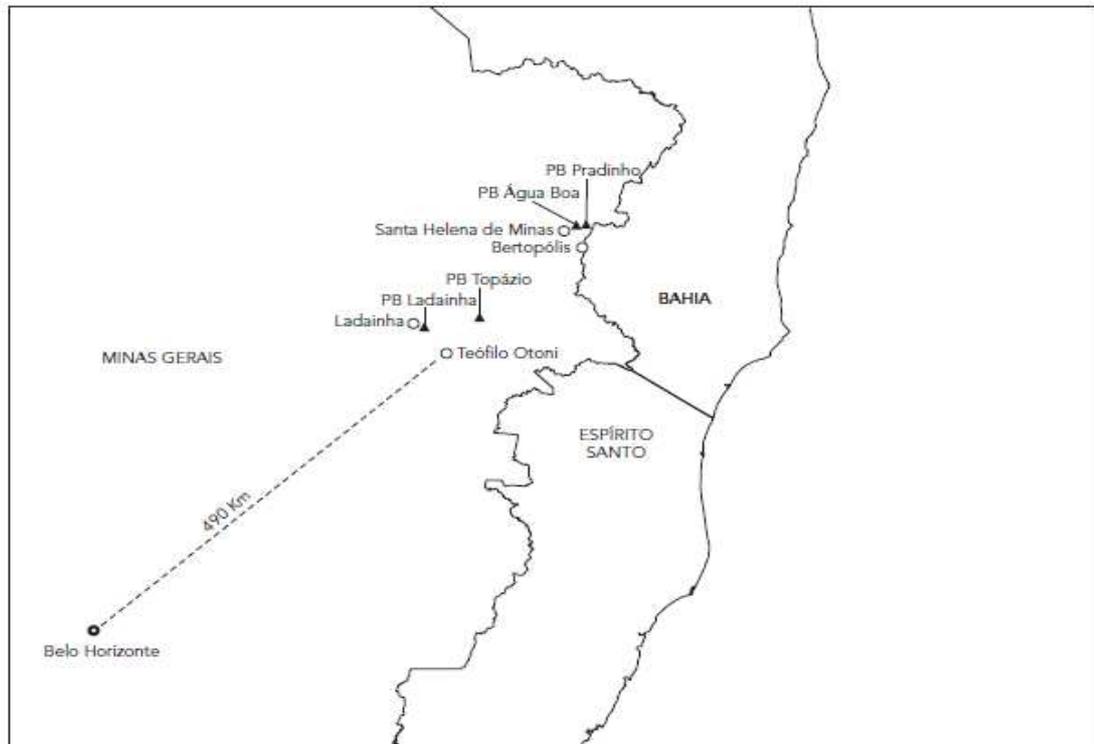
As aldeias Maxakali são distribuídas em vários pequenos grupos residenciais, variando o número de palhoças (*miput*) onde vivem várias famílias, constantemente passando por cisões que formam outros grupos. (CARVALHO; ALVES, 2009).

Como se pode observar nos relatos históricos e nos relatos dos mais velhos, o que grupo conhecido hoje como “Maxakali” são vários grupos de falantes desta

língua que foram levados a se agrupar e ocupar o atual território entre os braços dos rios Itanhém e Jucuruçu em Minas Gerais, próximos às fronteiras da Bahia.

Os grupos têm origem em diferentes regiões que se estendem desde o litoral até os cursos dos rios Jequitinhonha, Mucuri, São Mateus e os acima citados. Hoje, formam 10 grandes grupos ritualísticos que indicam, por várias razões, uma possível origem clânica. Os termos de vários destes grupos ritualísticos foram registrados como autodenominações de grupos falantes do Maxakali nos séculos XVIII e XIX (TUGNY, 2007).

Figura 6: Localização dos polos-base (PI) Maxakali, região nordeste de Minas Gerais, Brasil



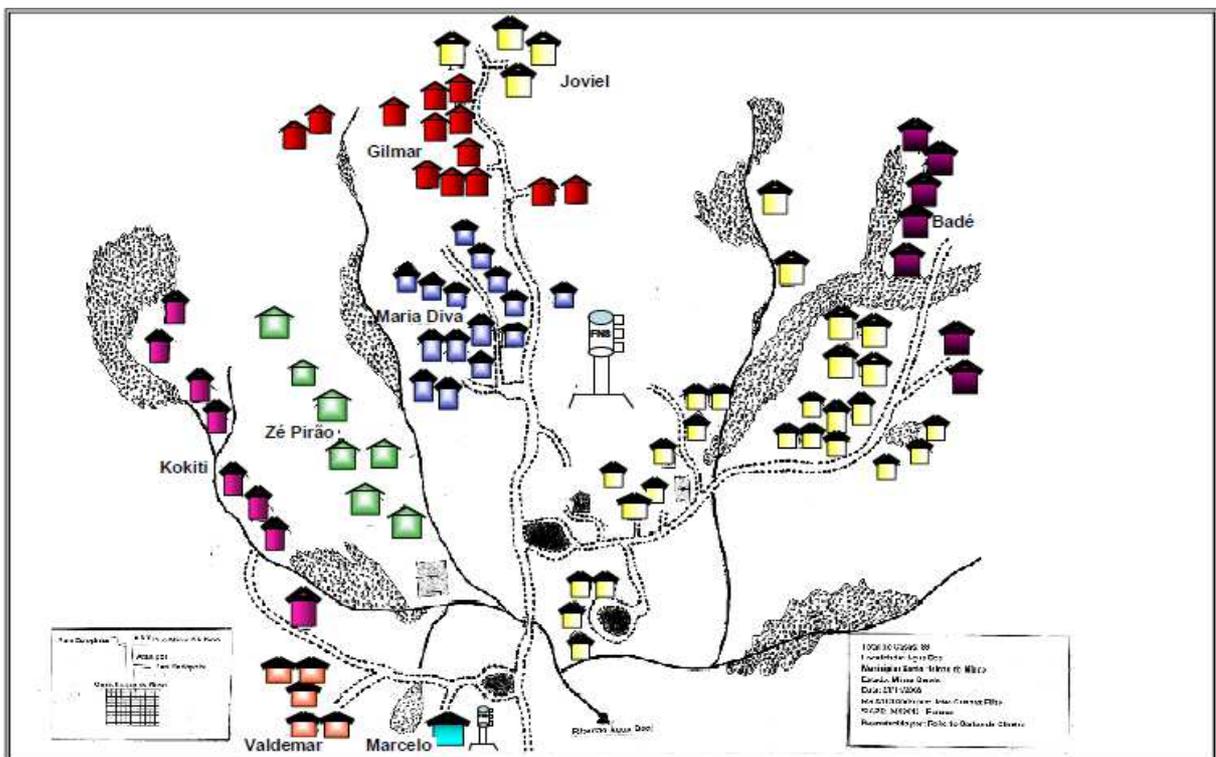
Fonte: Assis, EM, *et al.* Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 29(4):681-690, abr, 2013.

O território indígena Maxakali, consiste nas terras indígenas de Água Boa (município de Santa Helena de Minas/MG), Pradinho (município de Bertópolis/MG), concentrando atualmente a maioria da população Maxakali e que é considerada como clã original. Outros dois grupos residem na Aldeia Verde (município de

Ladainha/MG) e Aldeia Cachoeirinha (Topázio, distrito do município de Teófilo Otoni/MG), estas duas últimas considerada como clã dissidente.

A aldeia de Água Boa (Kõnãg Mai) está localizada há 12 km da cidade de Santa Helena de Minas, que por sua vez dista 24 km de Machacalis e 240 km de Teófilo Otoni, maior centro urbano da região. Em fevereiro de 2005 havia, na localidade de Água Boa, dezessete grupos residenciais espalhados numa extensão aproximada de 6 km, cada um variando entre duas a dez palhoças (Figura 7) sendo identificados pelo nome da pessoa mais influente do grupo (TUGNY, 2007).

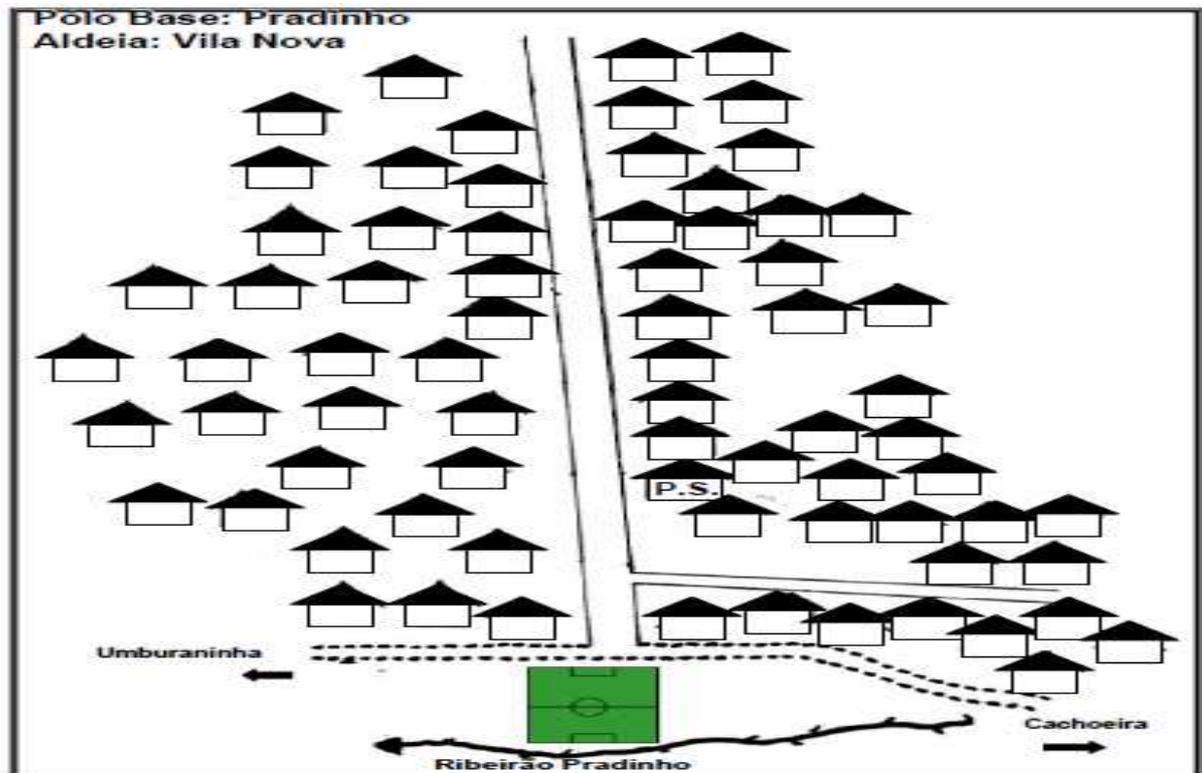
Figura 7 – Distribuição dos grupos residenciais: Terra Indígena Aldeia Água Boa: Santa Helena de Minas/MG



Reconhecimento Geográfico: Ludugério Recadastramento: Novembro/2008 Reproduzido por: Roberto Carlos de Oliveira.

A aldeia do Pradinho (Pananiy) está localizada há 13 km da pequena cidade de Batinga e, assim como Água Boa, está distribuída em grupos residenciais, pouco definidos e constantemente em modificações, identificados pelo nome da pessoa mais influente do grupo (Figura 8). Em fevereiro de 2002 havia dez grupos – Milton, Guigui, Amélio, Vicente, Dotor, Maroto, Marcelino, Israel, Marinho e Aldeia Nova (POPOVICH, 1994).

Figura 8 - Distribuição dos grupos residenciais: Terra Indígena Aldeia Pradinho: Bertópolis/MG



Reconhecimento Geográfico: Ludugério Recadastramento: Novembro/2008 Reproduzido por: Roberto Carlos de Oliveira.

Na Aldeia Verde, ou “Ham Yuxux”, moram sessenta famílias somando mais ou menos 139 indivíduos, número flutuante devido aos constantes deslocamentos dos Maxakali. Este grupo é liderado por Noêmia Maxakali, que encontra-se desde janeiro de 2007, em um território comprado pela FUNAI, de 552 hectares de terra, no Município de Ladainha, Vale do Mucuri. A Aldeia Verde encontra-se ainda dividida em quatro “subgrupos”, que são representados cada qual por suas lideranças (CARVALHO; ALVES, 2009).

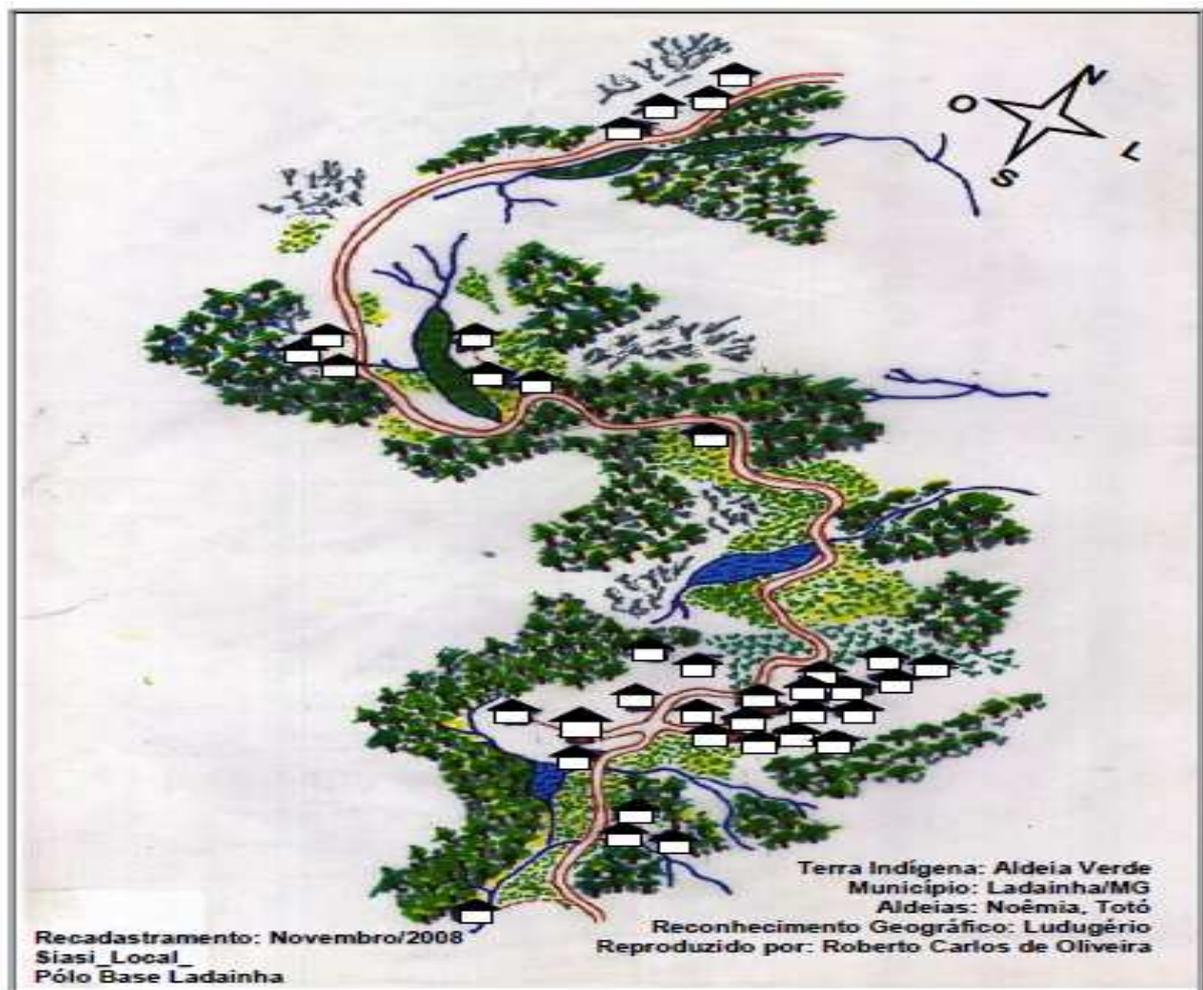
A maior parte da área é composta por morros e por um solo de baixa fertilidade. Apesar de ser recortada por riachos e pequenos córregos e até mesmo uma pequena cachoeira, há dificuldade, por parte dos indígenas, de acesso a água de boa qualidade (CARVALHO; ALVES, 2009).

A água em algumas áreas dessa aldeia, como dito, parece ser de boa qualidade considerando aspectos visuais, como a encontrada no grupo de Totó, porém em outros lugares, onde as crianças costumam tomar banho com frequência,

apresenta-se como nociva acarretando freqüentemente febre e diarréia (CARVALHO; ALVES, 2009).

Na Aldeia Verde (Figura 9), existe o Grupo de Totó, Grupo de Tavinho, Grupo de Noêmia (este grupo é considerado o grupo central) e o Grupo de Pinheiro, este último no final de 2008 voltou para a aldeia de Água Boa, causando uma diminuição na demografia da Aldeia Verde (CARVALHO; ALVES, 2009).

FIGURA 9. Distribuição dos grupos residenciais: Terra Indígena Aldeia Verde Município: Ladainha/MG Aldeias: Noêmia, Totó



Fonte: Siasi_local (2008). Reconhecimento Geográfico: Ludugério Recadastramento: Novembro/2008 Reproduzido por: Roberto Carlos de Oliveira

A Aldeia Cachoeirinha, em Topázio, distrito de Teófilo Otoni, em Minas Gerais, também conhecida como Aldeia de Rafael, existe há menos de dois anos e surgiu após cisão com o grupo da Aldeia Verde, em Ladainha. A área é uma fazenda

com pouca infra-estrutura de estradas e com ausência de saneamento. Nela ainda existem restos de uma casa que antigamente abrigava a sede e que foi habitada pelo grupo de Rafael. Esta casa foi destruída pelos próprios Maxakali, sendo sua nova habitação a aproximadamente 01 km da antiga sede, seguindo os mesmos costumes das outras aldeias.

Quanto aos indicadores de mortalidade, a tabela 01 mostra que, tanto na população geral, como na população menor que 05 anos, as principais causas de morte são as doenças infecciosas e parasitárias com risco de morte de 3,18 para cada 100 índios na população geral e de 10,79 no grupo menor de 05 anos.

Tabela 1 – Mortalidade Maxakali por principais grupos de causas – DISEI MG/ES, 2000-2007.

População	Capítulo	Descrição	2000 a 2007 (Proporção %)	Risco de morrer* em cada 100 Maxakali
População Geral	I	Doenças infecciosas e parasitárias.	20,57	3,18
	X	Doenças do aparelho respiratório.	20,00	3,09
	XX	Causas externas de morbidade.	10,29	1,59
	IV	Doenças endócrinas, nutric. e metabólicas .	9,71	1,50
	XVIII	Sintomas, sinais e achados anormais.	9,14	1,41
P < 5 ano	I	Doenças infecciosas e parasitárias.	26,67	10,79
	XVIII	Sintomas, sinais e achados anormais.	25,83	10,46
	XXI	O utros.	13,33	5,40
	XIX	Lesões, envenenamento e algumas outras conseqüências de causas externas.	13,33	5,40
	XVII	M alformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas.	10,00	4,05

Fonte: SIASI_Local Pólo Base Machacalis/MG – DSEI MG/ES, junho de 2008.

As aldeias Maxakali, se localizam em regiões onde o desenvolvimento de atividades agrícolas com escala industrial não são comuns. Isso diminui a possibilidade de contaminação da água por produtos usados em lavouras para controle de pragas como inseticidas, herbicidas e adubação do solo como fertilizantes.

Entretanto, outros fatores de risco para a contaminação desse recurso estão presentes. A ausência de empresas de saneamento, responsáveis pelo destino adequado dos dejetos humanos e animais, além da falta de tratamento dos esgotos

das cidades circunvizinhas, agrava e coloca em risco a qualidade da água consumida.

Vale ressaltar que a comunidade indígena Maxakali trafega por várias cidades dos vales do Mucuri, Jequitinhonha e Rio Doce, onde existem várias cidades de pequeno e médio porte nas quais as políticas públicas para o tratamento dos esgotos lançados nos rios e seus afluentes não foram se quer discutidas e muito menos implantadas.

4.5 PREVALÊNCIAS DE PARASITOS INTESTINAIS EM COMUNIDADES INDÍGENAS NO BRASIL

As condições que propiciam a presença e o aumento das parasitoses em uma determinada população estão diretamente relacionadas a hábitos de higiene inadequados e má nutrição.

As comunidades indígenas no Brasil, pela sua evolução histórica e cultural, apresentam hábitos de higiene diferentes dos preconizados para evitar a contaminação por estes parasitas. Somando-se a isso, há a questão da nutrição com ingesta insuficiente de nutrientes, quer seja pelo baixo poder aquisitivo ou mesmo pela ausência das condições para caça, pesca e coleta de alimentos, hábitos comuns das etnias indígenas, fatores que determinam a elevação da infecção parasitária nestes grupos.

Na etnia Maxakali, também no ano de 2009, um inquérito nutricional (dados não publicados) apontam para um grupo com baixa estatura. Raros foram os adultos com altura maior que 1,60 metros. Entretanto fica claro que não é possível aceitar que as parasitoses, tão prevalente neste grupo, sejam consideradas como determinantes desta baixa estatura. Fatores genéticos, carências nutricionais que também tem grande influência nessa variável, estão também presentes nessa comunidade e podem também ter interferência nesse indicador (estatura).

O que talvez fosse possível de alguma forma corroborar, é que as parasitoses prevalentes nesta população assim como surtos de diarreias, podem, embora não estudadas, ter na água um veículo de transmissão, seja por ingestão, contato ou mesmo como fonte de reprodução de diversos vetores.

Um estudo transversal na etnia Maxakali para avaliar a presença de parasitos intestinais em amostras de fezes, realizado em 2009, mostrou uma prevalência de parasitos na ordem de 89,48% com pequena variação quanto ao sexo, sendo estes resultados considerados os mais altos em inquéritos realizados com etnias indígenas. Houve diferença de positividade entre as aldeias, chegando na aldeia Cachoeirinha no distrito de Tópazio (Teofilo Otoni/MG) a maior frequência de infecção parasitária, com 96,6% de amostras positivas (ASSIS, *et al.*, 2013).

Os parasitos mais frequentes foram a *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, e os Ancilostomídeos. o *S. mansoni*, com uma taxa de poliparasitismo de 71,63%. O poliparasitismo foi mais frequente nas faixas etárias de 19 a 59 anos com 93,9% de casos positivos, e na de 06 a 12 anos com 93,1% de positividade, tendo as parasitoses associações significantes com a infra-estrutura dos domicílios, isto é, quanto piores as condições de saneamento maiores foram as taxas de infecção (ASSIS *et al.*, 2013).

Como fatores promotores de infecções parasitárias, pode ser citado o papel desempenhado pelo solo, na propagação das parasitoses (Ancilostomídeos), já que o hábito de andar descalço é muito comum. Ainda, há também a defecação peridomiciliar e nas proximidades dos rios, situação comum neste grupo, testemunhada pela equipe durante o inquérito parasitológico.

Gillio *et al.* (2006), em Aldeias Trevo, entre maio/setembro de 2003, registraram uma prevalência de 69,5% de parasitoses naquela tribo. Fontbonne *et al.* (2001), observaram que a enteroparasitose é questão de regra na comunidade dos *Pankararu* em Sergipe, sendo que, em cada família, havia no mínimo um membro parasitado, ressaltando neste estudo que um dos principais fatores para o índice elevado de enteroparasitoses nas tribos indígenas pode estar relacionado ao caráter de coletivização observado dentro das aldeias, na qual a probabilidade de se infestar fora do ambiente doméstico é grande.

Outros autores, como Coimbra JR., Santos, e Ott (1985), estudando grupos indígenas dos vales do Rio Guaporé e Mamoré em Rondônia, encontraram uma prevalência de 49% de positivos na sua análise. Ferrari *et al.* (1992) encontraram, nos exames coproparasitológicos em índios Karitiana no estado de Rondônia, uma prevalência de 38,7% nas amostras analisadas. Borges *et al.* (2009), verificando a prevalência de parasitoses intestinais em indígenas da comunidade Mapuera (Oriximiná), também no estado do Pará, encontraram prevalência de positividade em

57,8% das amostras, ressaltando que o principal parasita encontrado foi o *Blastocystis hominis*, parasita não muito comum em inquéritos com etnias indígenas.

Miranda *et al.* (1998), estudando a ocorrência e os aspectos epidemiológicos do parasitismo intestinal na aldeia Paranatinga da tribo indígena Parakanã, na Amazônia Oriental Brasileira, em abril de 1992 e em fevereiro de 1995, encontraram nas amostras de 126 índios (população de 215) 80,2% de positivities nestes exames.

Confalonieri e Araujo (1989), examinando amostras de fezes de índios Yanomâmi no estado de Roraima, em duas comunidades (Serra de Surucucus e nas proximidades do rio Mucajá), encontraram 74,2% de positivities em suas análises. Wiebbelling (2002) encontrou nos exames parasitológicos de índios Mbyá-Guarani da aldeia Cantagalo, no município de Viamão, Rio Grande do Sul, 69,5% de positivities nas amostras analisadas.

Como pode ser observado, a parasitose nas populações indígenas parece ser algo comum nos inquéritos parasitológicos, podendo ser correlacionadas à ausência de infraestrutura mínima, falta de tratamento da água, dos dejetos, pela falta de insumos básicos como filtro de velas, banheiros, ausência de janelas nos domicílios permitindo renovação contínua do ar, ausência de portas, reservatórios d'água, locais impróprios para o armazenamento da água usada no consumo além de hábitos primitivos de consumirem água diretamente de rios, igarapés sem conhecimento da sua qualidade.

A Tabela 2, sintetiza os principais achados referente a prevalência de parasitos intestinais nas etnias indígenas brasileiras.

Tabela: 2 Prevalência de parasitos intestinais em comunidades indígenas no Brasil

Autor	Etnia	Ano do Inquérito	Prevalência de Parasitos Intestinais
Gillio <i>et al.</i>	Aldeias Trevo	2003	69,5%
Coimbra Jr., <i>et al.</i>	índios dos vales do Rio Guaporé e Mamoré	1985	49%
Ferrari <i>et al.</i>	Índios Karitiana	1992	38,7%
Borges <i>et al.</i>	Índios Mapuera (Oriximiná)	2009	57,8%
Miranda <i>et al.</i>	Tribo indígena Parakanã	1992/1995	80,2%
Confalonieri e Araujo	Índios Yanomâmi	1989	74,2%
Wiebbelling, A. M.	Índios Mbyá-Guarani	2002	69,5%
Assis, E.M, <i>et al.</i>	Índios Maxakali	2008	89,48%
Lawrence, D. N. <i>et al</i>	Índios Yanomâmi	1983	>95%
Genaro e Ferraroni	Índios Ticuna	1984	>95%

Os efeitos das parasitoses sobre o estado nutricional do hospedeiro determinam a ocorrência de efeitos catabólicos, alterações metabólicas, alterando a produção e utilização dos carboidratos e lipídios e até mesmo na metabolização dos minerais e eletrólitos, podendo ser evidenciado pelo baixo peso e pouca resistência à infecção, fatores intimamente ligados aos determinantes de mortalidade nestes grupos. Nesses estudos, apresentados na tabela 02, foram encontradas forte correlação entre a prevalência de parasitos intestinais e a falta de saneamento básico.

4.6 SANEAMENTO BÁSICO

As doenças resultantes da falta ou inadequação de saneamento no Brasil, especialmente em áreas pobres, vêm se agravando, como exemplo, os constantes episódios de dengue, esquistossomose e diarreia. É comprovado que sistemas regulares de tratamento de esgoto sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo e as melhorias sanitárias domiciliares contribuem para a redução da mortalidade, principalmente em crianças, por doenças de veiculação hídrica.

Segundo levantamentos feitos pela Organização Mundial de Saúde, os gastos com doenças de veiculação hídrica no Brasil chegam a US\$ 2,5 bilhões por ano. No Brasil, as doenças ligadas à falta de saneamento básico adequado mataram 10.844 pessoas em 1998 (BRASIL, 2002 *apud* AFIUNE *et al.*, 2007).

O verbo sanear quer dizer tornar são, habitável, sanar, remediar, restituir ao estado normal. A expressão saneamento básico trata dos problemas desde o abastecimento d'água, à coleta e disposição dos esgotos sanitários até o controle da poluição causada por esses esgotos, à drenagem urbana (águas pluviais) e ao acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos.

As doenças causadas pela falta de saneamento básico são decorrentes tanto da quantidade como da qualidade das águas de abastecimento, do afastamento e destinação adequada dos esgotos sanitários, do afastamento e destinação adequada dos resíduos sólidos, da ausência de uma drenagem adequada para as

água pluviais e principalmente pela falta de uma educação sanitária. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS, 2009)².

Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico mostram que, 48% dos municípios e 67% dos domicílios brasileiros não dispunham de rede para coletar seus dejetos, destinando esses resíduos em fossas sépticas rudimentares, ou, pior, são lançados diretamente em rios, comprometendo a qualidade de suas águas. Mais precisamente, dos 11 bilhões de litros de esgoto que saem todos os dias das casas brasileiras, três quartos vão parar diretamente nos cursos de água. (IBGE, 2000 *apud* AFIUNE *et al*, 2007).

Gonçalves *et. al.* (2003) *apud* Carneiro (2007), relatam que a falta de políticas do meio ambiente e de educação sanitária são os fatores contribuintes para a elevação das taxas de parasitismo no Brasil, na qual verifica-se com maior ênfase nas periferias dos grandes centros.

A contaminação da água, solo e alimentos pelos ovos, cistos ou larvas destes parasitos tornam fácil a disseminação dos mesmos e de suas patologias. Desta maneira, a implantação de sistemas adequados para o tratamento de esgoto e encanamento de água potável, juntamente com a educação sanitária da população, o diagnóstico e o tratamento de indivíduos infestados, contribui decisivamente para a redução da incidência das enteroparasitoses (PUPULIN *et al.*, 1997 *apud* AFIUNE *et al*, 2007).

Dados não publicados de inquérito realizado na comunidade indígena Maxakali no ano de 2009, identificou que, quanto o tratamento da água do cano, distribuídas em pontos de uso comum nas aldeias e em algumas residências, nenhuma forma de tratamento era usada, além disso, outras fontes de água que não a captada pelo sistema da FUNASA, era usada para a higiene e consumo (ASSIS, EM, 2010).

Da água usada para o consumo do total de 187 residências, 140 (72,1%) armazenavam em baldes de plástico; 33 (16,9%) em baldes e painéis de alumínio; 11 (5,6%) em garrafa pet e vasilha de plástico; 02 (1,0%) armazenavam em balde de alumínio; 03 (1,5%) armazenavam em galão de plástico e garrafa pet; 05 (2,5%) não informaram o local de armazenamento não sendo também visualizada durante o

² <http://www.pet.ufal.br/petcivil/downloads/quintoano/SaneSaude.doc>

inquérito e apenas 01 (0,5%) armazenava diretamente na geladeira (ASSIS, EM, 2010).

Nesse mesmo inquérito, o filtro de vela foi visualizado em apenas duas residências, porém mesmo tendo filtro nessas duas casas, foi observado o consumo de água de outros locais de armazenamento (baldes). Quanto ao hábito de manterem esta água tampada, 162 (86,2%) não tampavam os locais de armazenamento. Quanto a possuir reservatório (caixa d'água), 178 (94,7%) não possuíam, apenas 09 (4,8%) possuíam esse reservatório, dentre os quais 07 deles mantinham a caixa limpa (ASSIS, EM, 2010).

Em relação aos dejetos humanos, 139 (73,9%) dos domicílios investigados não possuíam vasos sanitários. As que possuíam vasos, 19 (10,1%) despejavam a água do vaso sanitário em fossas e 29 (15,4%) no próprio terreno (ASSIS, EM, 2010).

Esses resultados estão de acordo a dados censitários sobre o nível nacional de Saneamento Básico no Brasil, mostrando que, em 2000, 48% dos municípios e 67% dos domicílios brasileiros não dispunham de rede para coletar seus dejetos (IBGE, 2000).

Assim, considera como ações integrantes do saneamento: 01 - o abastecimento de água, caracterizado como o fornecimento às populações de água em quantidade suficiente e com qualidade que a enquadre nos padrões de potabilidade; 02 - esgotamento sanitário, compreendendo a coleta dos esgotos gerados pelas populações e sua disposição de forma compatível com a capacidade do meio ambiente em assimilá-los; 03 - limpeza pública, incluindo todas as fases de manejo dos resíduos sólidos domésticos, até sua disposição final, compatível com as potencialidades ambientais; 04 - drenagem pluvial, significando a condução das águas pluviais, de forma a minimizar seus efeitos deletérios sazonais sobre as populações e as propriedades; 05 - controles de vetores de doenças transmissíveis, especialmente artrópodes e roedores (HELLER, 1998).

A ideia de contaminação das águas é atribuída principalmente à poluição ambiental. Nesse sentido é justo o questionamento da origem desta contaminação, uma vez que as maiorias das populações indígenas não residem nas cidades e sim na zona rural. A priori acreditamos ser este espaço um lugar livre de poluição, o que a princípio não justificaria tal afirmativa. Logo, entender o conceito de poluição pontual poderia auxiliar na busca por esta fonte. Entende-se por poluição pontual a

contaminação que ocorre na natureza por todo tipo de resíduo orgânico ou inorgânico, inserido pelo homem, sendo possível identificar o local de onde advém.

Neste caso a água usada na limpeza de currais, nas polcigas, nas casas dos agricultores pode ser considerada como importante fonte de poluição nestas áreas. Somado ao fato de que a zona rural é desprovida de um sistema de saneamento, o lançamento no meio ambiente destes poluentes, passa ser uma fonte constante e comum de poluição pontual.

Outro fator importante a ser considerado está na utilização em regiões mais carentes de usar como fertilizantes para a agricultura de subsistência os dejetos de animais com fonte de adubo orgânico. Conboy e Goss (2000), citam que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas sendo estes um dos maiores responsáveis pela contaminação biológica da água e do aumento da concentração de nitrogênio e fósforo nestas fontes que são maximizadas nos períodos de chuvas através do escoamento destes componentes para os rios e afluentes.

O Brasil é um país em desenvolvimento sendo comuns as precárias condições de saneamento e o fornecimento de água de má qualidade para grande parte da sua população, principalmente quando estas residem longe dos grandes centros ou fora das cidades.

Isso faz com que as doenças diarreicas de veiculação hídrica como febre tifóide, cólera, salmonelose e algumas formas de gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses entre elas a amebíase e giardíase tenha sido responsáveis por vários surtos epidêmicos e por elevadas taxas de mortalidades infantis, relacionadas à água de consumo humano (PELCZAR *et al.*, 1996; JAWETZ *et al.*, 1998; MACÊDO, 2001).

Além disso, Strauss e Thomas, 1998, tem apontado para uma associação entre diarreias de repetição e doenças infecciosas com uma baixa estatura e uma diminuição significativa na cognição, o que conseqüentemente afeta diretamente o rendimento escolar.

Assim, a presença de microorganismos patogênicos na água capaz de causar doença além da presença de substâncias químicas que podem fazer mal a saúde são os principais indicadores para definir se a água está ou não contaminada (BATALHA, 1985).

4.7 QUALIDADE AMBIENTAL DA ÁGUA

A necessidade humana da água pode ser considerada como uma das maiores se não a maior prioridade para a sobrevivência da espécie humana. Ela está presente desde a origem da vida na terra e até o momento não se achou um substituto alternativo para a possibilidade de sua ausência. Qualquer atividade humana depende da água.

As representações da água para as diversas populações variam segundo as suas culturas e religiões, sendo consideradas na sua maioria como dádivas divinas, remetendo o seu desaparecimento ao fim da própria vida humana.

A água imprópria para consumo e o mau saneamento são variáveis que impactam diretamente na mortalidade infantil além de serem responsáveis por grande parte das infecções parasitárias (PNUD, 2006). Nesse contexto a qualidade da água tem importância fundamental na sobrevivência humana.

A partir desse contexto a qualidade da água ofertada passa a constituir um problema a ser enfrentado. O consumo de água contaminada pode acarretar diversos prejuízos à saúde sendo um veículo direto e indireto de propagação de uma série de doenças (SAUNDERS e WARFORD, 1983)(Tabela 3).

Tabela 3: Relações de doenças transmitidas pela água:

Grupo de doenças	Doenças
Transmitidas pela água	Cólera, febre tifoide, leptospirose, giardíase, amebíase, hepatite infecciosa B
Controladas pela limpeza da água	Escabiose, Lepra, Piolhos e tifo, tracoma, conjuntivite, disenteria bacilar, salmonelose, diarreias por antavírus, febre paratifoide, ascaridíase, enterobiase, tricurose e ancilostomíase.
Associadas a água	Esquistossomose urinária e retal, drancunculose.
Vetores de doenças relacionadas à água	Febre amarela, dengue, malária, encefalite por arbovírus.

Fonte: SAUNDERS e WARFORD, 1983

A água está presente em proporções elevadas na constituição de todos os seres vivos, inclusive no homem satisfazendo completamente a estas exigências. Sua presença é considerada primordial na formação das aglomerações humanas.

As características naturais ou decorrentes da atividade humana muitas vezes pode determinar a presença de elementos químicos na água e no solo, que, dependendo da sua concentração ou da sua especificidade, podem representar riscos à saúde humana (SALGADO, 2003). Assim, a água passa a ter um importante papel na propagação destes riscos, uma vez que ela é considerada como o principal vetor de minerais pesados na litosfera (PIMENTEL *et al.*, 2003).

No meio rural a maioria da população não é abastecida por empresas de saneamento, isso se dá em virtude da dispersão da população sendo isso um fator limitante à implantação de tecnologias coletivas de captação e tratamento de água. Seu consumo, no entanto advém de sistemas alternativos de abastecimento, normalmente, sem receber tratamento físico e/ou químico.

Entende-se por uma água com boa qualidade, isto é, para ser considerada potável, a água destinada ao abastecimento da população humana deve atender as características de qualidade que estejam de acordo com os valores permissíveis dos parâmetros químicos, físicos, organolépticos e microbiológicos. No Brasil, estes parâmetros estão regulamentados pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 (BRASIL, 2004).

Quanto à cor, águas com elevados valores de cor aparente serão perceptíveis pelo homem, o que não é recomendável, pois possuirá baixa aceitação. A cor é um bom indicativo da presença de material suspenso e/ou dissolvido na água, o que remete a maior probabilidade de desenvolvimento de microorganismos e de presença de elementos tóxicos. A cor da água é função de parâmetros intrínsecos à água como conteúdo orgânico, pH, teor de ferro e outros metais, que podem ter origem natural ou antrópica (PÁDUA e FERREIRA, 2006). O limite aceitável pelo MS é de 15 uH (unidade Hazen), sendo considerada potável a água que possuir valores abaixo do estipulado.

É considerada como turbidez a transparência da água, sendo função do teor de material particulado suspenso existente. Água com elevado teor de turbidez é indicativo de um alto conteúdo orgânico e inorgânico suspenso, que pode servir de abrigo para microorganismos e diminuir a eficiência do tratamento químico ou físico

da água (SPERLING, 2005). Valores de turbidez abaixo de 5,0 uT são os aceitáveis em água para consumo humano (BRASIL/MS Portaria nº 518/04).

A capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica é definido como condutividade elétrica (CE), sendo dependente do seu teor de sais dissolvidos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , HCO_3^-). À medida que a concentração de sais aumenta (HOLANDA e AMORIM, 1997; FERREIRA, 1997), sua condutibilidade também aumenta proporcionalmente. Sendo um bom indicador na análise das concentrações minerais.

O pH (potencial hidrogeniônico) da água é a medida da atividade de íons H^+ e expressa a condição do meio, ácido ($\text{pH} < 7,0$) ou alcalino ($\text{pH} > 7,0$), sendo influenciado por fatores, de origem antropogênica ou natural. Água com pH baixo compromete o gosto, a palatabilidade e aumenta a corrosão, enquanto que águas com pH elevado comprometem a palatabilidade, aumentam a formação de crustrações (SPERLING, 2005) e diminuem a eficiência da desinfecção por cloração. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso, uma possível extração do ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a despoluição das águas. O ministério da Saúde prevê valores de pH aceitáveis para consumo humano situados entre 6,0 e 9,5.

É função dos teores de cátions existentes (Ca^{2+} e Mg^{2+} principalmente), a característica de dureza da água (PÁDUA e FERREIRA, 2006). Para a saúde humana sua importância se dá pela diminuição da formação de espuma no uso de sabão e detergente, o que diminui a eficiência da lavagem de materiais como roupa e utensílios, e a própria higiene pessoal, aumentando as chances de problemas higiênico-sanitários. Além disso, a água com alta dureza aumenta as incrustações nas tubulações, o que diminui a vida útil do material. O Ministério da Saúde estipula o limite de 500 mg l⁻¹ de dureza para águas destinadas ao consumo humano (BRASIL/MS Portaria nº 518/04)..

O nitrato (NO_3^-) é a principal configuração do nitrogênio encontrada nas águas. Em locais que apresentem elevadas concentrações de N-NO_3^- , geralmente superiores a 5,0 mg L⁻¹, pressupõe-se que foram enriquecidos por atividades antropogênicas que envolvem compostos nitrogenados como fertilizantes solúveis, sistemas sépticos humanos ou esterco de animais domésticos (WILLIAMS, 1998) e demonstram condições sanitárias inadequadas. O nitrato é um dos elementos mais

problemáticos para a saúde humana, pois quando entra no trato digestivo humano pode se transformar em nitrito e, este em excesso, pode causar doenças como a metahemoglobinemia, ou síndrome do Bebê Azul (GIACOMETTI, 2001).

O sódio (Na⁺) é um elemento relacionado à variação no caráter estético da água que pode ocasionar aversão ao seu consumo. Além disso, existe uma recomendação para controlar o consumo de sódio devido à existência de uma relação entre a sua ingestão e a hipertensão arterial em animais e no homem.

O cobre é um elemento essencial para a maioria dos organismos (GUSMÃO, 2004); porém, tanto a deficiência quanto o excesso deste nutriente podem causar problemas de saúde ao homem. Para a saúde de seres humanos, a principal via de exposição ao cobre é oral (WHO, 1998). A ingestão de cobre se dá, principalmente, através de alimentos preparados em recipientes de cobre e água armazenada e transportada em sistemas feitos de liga metálica de cobre.

O zinco é outro elemento essencial para o homem, mas também é requerido em pequena quantidade, podendo se tornar tóxico quando em excesso. Os efeitos para a saúde humana associada à deficiência de zinco são numerosos, e incluem mudanças neurosensoriais, oligospermia, disfunção das funções neuropsicológica, cicatrização retardada e dermatites além de retardo no crescimento. Estima-se que a média diária de ingestão de zinco em água potável seja menor que 0,2 mg dia⁻¹ (WHO, 2001). Em contrapartida, quando presente em quantidades superiores às recomendadas, o zinco pode produzir irritação e corrosão do trato intestinal, podendo ainda levar à necrose renal ou nefrite, nos casos mais severos.

Os coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase (BRASIL, 2004). A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo.

Os coliformes termotolerantes é um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli* (*E. coli*), de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2004).

A determinação da concentração dos coliformes totais e termotolerante assumem importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (ROITMAN *et al.*, 1988).

É notado que o rápido crescimento da população e os acelerados avanços no processo de industrialização e urbanização das sociedades, tem repercussões sem precedentes sobre o ambiente humano impactando diretamente na qualidade da água. Assim podemos considerar como contaminação da água a introdução de substâncias nocivas à saúde e a espécies da vida aquática.

Pierzynski, Sims, Vance (2005), define contaminação como sendo a ocorrência de um elemento em teor superior ao nível basal em uma determinada área. Em alguns casos, estes teores tornam-se elevados ao ponto de causarem efeito adverso a organismos vivos, o que os enquadra como poluentes, devendo para ser mensurado, o conhecimento prévio da ocorrência natural destes elementos no ambiente.

As contaminações são provenientes não só pelo lançamento dos esgotos como, também, por águas contaminadas de drenagem urbana, principalmente pelo lixo, dejetos de efluentes industriais, além do próprio crescimento da população humana. Os contaminantes em determinadas concentrações podem desencadear sérios desequilíbrios ecológicos, como a poluição. Esta é provocada devido à presença pelo lançamento ou liberação nas águas, no ar ou no solo de toda e qualquer forma de matéria ou energia contaminante, com intensidade, quantidade, concentração ou características de contaminação que podem resultar efeitos biológicos adversos nas comunidades residentes (DERISIO, 1992).

O termo metal pesado, utilizado desde a década de 80, não possui uma definição consensual. Há diversas bases sugeridas para o estabelecimento deste grupo de elementos (massa atômica, densidade, número atômico e propriedades químicas) (KABATA-PENDIAS; MUKHERJEE, 2007), o que promove o estabelecimento de inúmeras listas divergentes.

No entanto, termos substitutos como metal tóxico são também inapropriados (DUFFUS, 2002), além de serem utilizados de forma restrita pela comunidade científica. Neste trabalho, será usado o termo elemento traço para considerar um

grupo de metais e metalóides associados à toxicidade e potencial poluidor e mesmo que alguns, em baixas concentrações, sejam essenciais para organismos vivos.

De maneira didática os minerais essenciais para os animais podem ser classificados em macrominerais quando considerado a necessidade individual acima de 100 mg/dia na alimentação como exemplo temos o cálcio, fósforo, sódio, potássio, magnésio, cloro e enxofre. Os microminerais com necessidade individual entre 1 a 50 mg/dia na alimentação (ferro, zinco, cobre, manganês) e os elementos traços com necessidade individual inferior a 1 mg/dia na alimentação: iodo, cromo, antimônio, cobalto, selênio, alumínio, estrôncio, silício e estanho. Existe ainda os elementos ultratraços, sendo aqueles com necessidades individuais minúsculas: flúor, molibdênio, vanádio, níquel, arsênico, cádmio, chumbo, lítio, boro e bromo.

Os elementos traços e ultratraços são aqueles com concentrações nos fluidos biológicos menores do que 1 micrograma/g de peso úmido (wet weight). A medição da contaminação por metais e outros elementos traço no meio ambiente pode ser feita em água, sedimento e biota, devido ao fato de esses metais poderem ser adsorvidos ao sedimento ou acumulados nos organismos bentônicos em níveis tóxicos (SILVÉRIO, 1999).

5. METODO

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo observacional transversal descritivo da água usada para consumo pela comunidade indígena Maxakali.

5.2 ÁREA DO ESTUDO

O estudo compreenderá a terra indígena Maxakali, localizada na região nordeste do estado de Minas Gerais, onde a questão fundiária está regularizada pela FUNAI. O território consiste nas terras indígenas de Água Boa (município de Santa Helena de Minas) e Pradinho (município de Bertópolis/MG) aldeia Verde (município de Ladainha) e aldeia Cachoeirinha no distrito de Topázio (município de Teófilo Otoni).

5.3 GEORREFERENCIAMENTO

A primeira etapa consistirá na coleta de dados para o georreferenciamento dos domicílios e pontos de coleta de água das comunidades indígenas. Com estes dados, pretende-se criar um SIG (Sistema de Informação Geográfica) com o mapeamento dos domicílios, das fontes de água e dos dados de análises da qualidade da água. Georreferenciamento é o processo pelo qual se executa um levantamento topográfico materializando as divisas com utilização de marcos onde são atribuídas coordenadas geográficas (latitude e longitude) reais e corrigidas com alto nível de precisão (EPUSP, 2006).

5.4 COLETA DA ÁGUA

Coleta das amostras: a coleta das amostras será realizada conforme procedimento adotado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2010). Para isso, serão utilizados frascos de polipropileno de 1000mL com tampa, tipo Metal free (livre de metais). Serão coletadas amostras em triplicata em cada ponto de coleta usadas para consumo em cada comunidade.

5.5 QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO, ULTRA-TRAÇOS, MACROMINERAIS E MICROMINERAIS.

Para a determinação dos metais (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Ag, Se, U, V, Zn, S, N, P) será utilizado método analítico proposto por LAWRENCE et al., (2006). Para tal, será utilizado um espectrômetro de massas com plasma acoplado Indutivamente (ICP-MS) modelo ELAN DRC II, Perkin Elmer, em uma Sala Limpa Classe 1000. Necessitando ser buscado por parte do pesquisador parceria para estas análises.

5.6 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os testes físico-químicos serão realizados de acordo com o descrito por Macedo (2003). Para a determinação do potencial hidrogeniônico das amostras de água, será utilizado o potenciômetro (peagâmetro). A determinação da turbidez será realizada pelo método nefelométrico, utilizando o aparelho turbidímetro. Para a determinação da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) será utilizado o método de incubação direto em estufa incubadora com temperatura constante e controlada, por cinco dias. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) será feita pelo método do refluxo com dicromato, que se baseia na oxidação de substâncias orgânicas. A condução da corrente elétrica será medida utilizando um condutivímetro.

5.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As amostras serão semeadas de acordo com as normas propostas pela Companhia de Ambiental (CETESB, 1998). Para análise de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* nas amostras de água, serão utilizadas séries de tubos segundo o Método do Número Mais Provável (NMP). As amostra de água serão diluídas em solução salina (0,85% de NaCl) até a diluição 10⁻⁶. Para o teste presuntivo será utilizado o caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e os tubos de ensaio contendo caldo LST inoculados com as amostras diluídas de água serão incubadas a 35 °C durante 24-48 horas. No teste confirmativo de coliformes totais, uma alçada de todos os tubos de caldo LST que apresentarem reação positiva (turvação do meio de cultura e produção de gás dentro do tubo de Durham) serão transferidas para tubos de ensaio contendo caldo bile verde brilhante (VB) e incubados a 35 °C

durante 24-48 horas. Para o teste confirmativo de coliformes termotolerantes, uma alçada de todos os tubos de caldo LST que apresentarem reação positiva serão transferidos para tubos de ensaio contendo caldo EC e incubados em banho-maria a 45,5 °C durante 24 horas. A partir do número de tubos com reação negativa e positiva nos caldos VB e EC, e utilizando a tabela do Número Mais Provável será determinado o NMP/mL de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, quantificando o número dessas bactérias para cada mililitro de amostra de água.

5.8 TESTE MUTAGÊNICO (*ALLIUM CEPA*):

A capacidade de induzir alterações no material genético (mutagenicidade) é um forte indicativo de toxicidade de uma substância. Produtos químicos que atacam o material genético vão produzir várias alterações, desde mutações pontuais até aberrações cromossômicas e estas últimas são facilmente verificáveis através de técnicas de microscopia. Portanto, uma técnica eficiente para verificar a toxicidade ou a presença de algo tóxico é expor um organismo modelo à substância a ser testada e verificar a ocorrência de alterações no material genético. Assim, optamos pelo teste para detecção de aberrações cromossômicas utilizando células meristemáticas de cebola (*Allium cepa*) de acordo com o protocolo modificado de GRANT (1982). Sementes de cebola serão germinadas a temperatura ambiente com papel de filtro. As plântulas obtidas serão divididas em três grupos: teste, controle negativo e controle positivo. As plântulas do grupo teste serão individualmente molhadas com a água proveniente dos diferentes pontos de coleta. Água ultrapura será utilizada no grupo controle negativo e metil-metanosulfonato no grupo controle positivo. Quando as raízes atingirem 2 cm de comprimento, cerca de 5 dias após o início do experimento, essas serão fixadas em álcool-ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas. As raízes fixadas serão coradas com reagente de Schiff e para preparar as lâminas, as regiões meristemáticas serão cobertas com lamínulas e cuidadosamente esmagadas em uma gota de solução de carmim acético 2%. As lamínulas serão removidas utilizando nitrogênio líquido e as lâminas serão montadas em resina sintética para posteriores análises. Vários tipos de aberrações cromossômicas serão analisados de acordo com os diferentes estágios de divisão celular (prófase, metáfase, anáfase, telófase), são exemplos de alterações que poderão ocorrer: quebras e pontes cromossômicas, perdas cromossômicas, cromossomos

retardatários, aderência e multipolaridade, também anormalidades nucleares como presença de núcleos lobados, células polinucleadas e incidência de micronúcleos. Todas essas alterações são facilmente visualizadas e analisadas em microscopia óptica e servirão para confirmar e avaliar os efeitos mutagênicos de possíveis contaminantes presentes na água. As análises serão feitas em um total de 5000 células por tratamento, sendo 500 células por lâminas, na qual um total de 10 lâminas serão avaliadas. Análises estatísticas serão realizadas para comparar o número de alterações entre os grupos por Kruskal-Wallis com 0,05 de significância.

5.9 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS:

Os dados das análises das diferentes amostras serão registrados em um banco de dados a ser desenvolvido no programa Epidata e transferido para os programas de análise estatística. As diferentes análises serão comparadas com dados de normalidade e qualidade da água para consumo humano

As análises estatísticas descritivas serão conduzidas nos laboratório de informática do PPG Saúde Coletiva da UNISINOS através dos programas Epiinfo e SPSS. Também será utilizado programa de georreferenciamento. Para cada uma das unidades domiciliares será obtida as coordenadas x, y a partir de GPS, utilizando a projeção “Sistema Universal Transverso de Mercator” (UTM). Desta forma as informações obtidas nos inquéritos e levantamentos serão georreferenciadas e gerados mapas temáticos no programa Map Info.

6. LIMITAÇÕES DO PROJETO

Acredita-se que a distância entre local da coleta e o processamento das amostras poderá, eventualmente, influenciar nas análises. Para lidar com essas possíveis limitações, as amostras serão conservadas dentro dos padrões técnicos recomendados com coletas realizadas respeitando os mesmos horários. As análises serão feitas em laboratórios próximos dos locais das coletas, respeitando o prazo máximo de quatro horas entre as coletas e o processamento das amostras para as análises. Também é possível que durante as coletas, a ocorrência excessiva de chuvas possa afetar as medições, o que poderá ser minimizado com a realização de coletas em triplicata.

7. MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE RESULTADOS

Os resultados serão publicados em revistas científicas da área, além de serem disponibilizados, na forma de relatório técnico, para as autoridades locais (p.ex., Coordenações Locais da FUNASA), as quais ficarão responsáveis pela elaboração de propostas intervencionistas. Ainda, as parcerias já construídas entre o pesquisador e a FUNASA possibilitarão o desenvolvimento de estratégias de divulgação e o desenvolvimento de intervenções que poderão ser aplicadas não apenas nessas comunidades, mas também em outras etnias indígenas do país.

8. INFRAESTRUTURA PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO

No presente projeto poderá ser usados dados já colhidos de resultados de exames parasitológicos, condições sanitárias das comunidades e informações nutricionais de todos indígenas Maxakalí das quatro cidades da região Nordeste de Minas Gerais. Esses dados já foram coletados durante o estudo de Mestrado. Além desses dados, na nova fase do projeto serão necessárias coletas de amostra de água das fontes usadas para o consumo de todas essas comunidades. O transporte do pesquisador para a coleta das análises nas aldeias será disponibilizado pela Coordenação dos Pólos Locais de FUNASA. As análises dessas amostras serão realizadas em laboratórios da UNISINOS, da USP - Ribeirão Preto e da UFVJM, sendo que com essa última o aluno possui vínculo como pesquisador colaborador, fazendo parte do grupo de pesquisa. O transporte e logísticas das amostras de água serão realizadas por empresas aéreas e/ou rodoviárias comerciais.

9. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Apesar de não envolver seres humanos na sua execução, o presente projeto será submetido ao Comitê de Ética da Unisinos para conhecimento e apreciação.

Os dados e informações obtidos com a pesquisa serão utilizados apenas para fins técnico-científicos, retornando o estudo em benefício para a comunidade investigada, com preservação de dados que são de natureza privada.

10. APENDICES:

Nos apêndices, a partir da página 67, encontram-se impressos para registro das atividades em campo além do orçamento para o custeio das análises.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIUNE, Luana Alves de Freitas; RIBEIRO, Hidelberto de Sousa e COSTA, Cléber Vieira. **Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais em duas creches, uma no município de Barra das Garças – MT e a outra em Pontal do Araguaia – MT.** XI EREGEO – Simpósio Regional de Geografia. A geografia no Centro-oeste brasileiro: passado, presente e futuro. Jataí, setembro 2009.

Assis, Eliseu Miranda de, **Prevalência de enteroparasitoses e condições sanitárias na comunidade indígena Maxakali** / Eliseu Miranda de Assis. Dissertação de Mestrado- 2010.105 f

ASSIS E.M. *et al.*, **Prevalência de parasitos intestinais na comunidade indígena Maxakali**, Minas Gerais, Brasil, 2009. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 29(4):681-690, abr, 2013.

ÁVILA –PIRES,F. **Princípios de Ecologia Humana.** Porto Alegre, UFRGS/CNPq, 1983.158 p.

BATALHA, B. **A água que você bebe.** CETESB. São Paulo, 1985. 101p.

BLACK, F. L. **“Infecção, Mortalidade e Populações Indígenas: Homogeneidade Biológica como Possível Razão para Tantas Mortes”.** In: Ricardo V. Santos & Carlos E. A. Coimbra Jr. (orgs.) Saúde e Povos Indígenas. Rio de Janeiro, Ed. da FIOCRUZ, 1994. pp 63-87.

BORGES, Jaila Dias *et al.* **Parasitoses intestinais de indígenas da comunidade Mapuera (Oriximiná, estado do Pará, Brasil):** elevada prevalência de Blastocystis hominis e encontro de cryptosporidium SP e cyclospora caytanensis. São Paulo, pp.

348-350, mai-jun. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v42n3/v42n3a22.pdf>>. Acesso em: 18 de agosto de 2009.

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde. Portaria nº852, **Criação dos Distritos Sanitários Especiais Indígenas**. Brasília, 30 set.1999.

BRASIL. Resolução Conama no 20, de 18 de junho de 1986. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília-DF, p. 11-356, 1986.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano – SEDU/PR. **Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS**. O pensamento do setor saneamento no Brasil: perspectivas futuras. Brasília, dez.2002

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

_____. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1.

CARVALHO, Marivaldo Aparecido de e ALVES, Taís Cangussu Galvão. **A relação natureza e cultura entre os Maxakali: formulando conceitos**. Seminário Visões do Vale 4, 2009, Belo Horizonte.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. SÃO PAULO, 1987,150p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **CONAMA**. 1986. Resolução Conama no 001. Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em: 07/04/2013.

COIMBRA JR., C. E. A., SANTOS, R. V. e OTT, A. M. T. **Estudos Epidemiológicos entre grupos Indígenas de Rondônia. III. Parasitoses intestinais nas populações dos vales dos rios Guaporé e Mamoré**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 1985.

_____. **Perfil Epidemiológico da População Indígena no Brasil: Considerações Gerais**. Documento de Trabalho no. 3. Porto Velho: Centro de Estudos em Saúde do Índio de Rondônia, Universidade Federal de Rondônia, 2001.

CONFALONIERI, U. E.; ARAÚJO, A. J.; FERREIRA, L. F., **Enteroparasitos em índios Yanomámi**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 84: 111-113, 1989.

CONBOY, M. J. & GOSS, M. J. **Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin**. Journal of Contaminant Hydrology. v. 43, p. 1-24, 2000.

Derísio J. C.; **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 1 ed. cap. 2, p. 23-106. São Paulo: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1992.

DIAS, C. S. J. *et al.* **Crescimento da população indígena em Minas Gerais: uma análise da influência da dinâmica geográfica e reclassificação racial partir dos dados censitários de 1999/2000**. On: XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. 2008.

DIEGUES, A. ;**Ilhas e Mares**, simbolismo e imaginário, Hucitec/Nupaub, SP, 1998.

DIEGUES, Antonio Carlos. ARRUDA, Rinaldo S. V. (Org.). **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001, p. 22.

DUFFUS, J.H. **Heavy metals - A meaningless term? Pure and Applied Chemistry**. v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002.

FARAGE, N. **As Muralhas dos Sertões: povos indígenas no rio Branco e a colonização**. Paz & Terra/Anpocs, Rio de Janeiro, 1991. 189p.

FERRARI, J. O.; FARREIRA M. U.; CAMARGO L. M. A.; FERREIRA C. S. **Intestinal Parasites among Karitiana Indians from Rondonia State, Brazil**, Revista do Instituto de Medicina Tropical de são paulo, v. 34: 223-225, 1992.

FERREIRA, P. A. Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997, p. 37-67.

FONTBONNE, Annick *et al.* **Fatores de risco para poliparasitismo intestinal em uma comunidade indígena de Pernambuco, Brasil**. Rio de Janeiro, 2001, pp. 367-373, mar-abr, 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/csp/v17n2/4181.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2009.

FREITAS, M. B. & FREITAS, C. M. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde**. Ciência e Saúde Coletiva, 10(4): 993- 1004, out./dez., 2005.

FUNAI. **Índios do Brasil**. Disponível em: http://www.funai.gov.br/indios/fr_conteudo.htm . Acesso em: 10 de maio de 2013. http://www.funai.gov.br/indios/fr_conteudo.htm .

FUNAI. **O Brasil Indígena**. Disponível em <http://www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/ascom/2013/img/12-Dez/pdf-brasil-ind.pdf>

Fundação Nacional do Índio/MJ, 1999. **Consolidado dos relatórios bimestrais – DES/DAS – Ano de 1998**. Brasília.

FUNASA. Sistema de Informação da Atenção da Saúde Indígena – **SIASI, Cadastro da Família Indígena** - Módulo Demográfico, novembro de 2007.

GERSEM dos Santos Luciano. **O Índio Brasileiro: O que Você Precisa Saber sobre Os Povos Indígenas no Brasil Hoje**. Coleção Educação Para Todos. Série Vias dos Saberes, volume 1. Brasília: Ministério de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; Rio: LACED/Museu Nacional, 2006.

GENARO, O e FERRARONI, J.J. **Estudo sobre malária e parasitoses intestinais em indígenas da tribo Nadeb-Maku, Estado do Amazonas, Brasil**. Revista de Saúde Pública. 1984.

GILLIO, Josimara; MIORANZA, Sônia de Lucena e TAKIZAWA, Maria das Graças Marciano Hirata. **Parasitismo intestinal em índios da reserva indígena Rio ds Cobras**. Cascável, 2005, vol.38(3), pp. 193-195, novembro, 2005. Disponível em: <http://www.sbac.org.br/pt/pdfs/rbac/rbac_38_03/rbac3803_13.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2009.

GIACOMETTI, L. **Qualidade microbiológica, concentração de nitratos em águas de consumo alternativo (minerais e de poços) da cidade de Jaboticabal-SP. 2001**. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2001.

GONÇALVES MLC, ARAÚJO A, FERREIRA LF. **Human intestinal parasites in the past: new findings and a review**. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro; 98: 103-118, 2003.

GUSMÃO, L. F. M. de. **Efeitos do cobre e cromo na comunidade zooplânctônica: um estudo experimental em mesocosmos**. 2004. 268f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Eng. Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

EPUSP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.ptr.poli.usp.br/labgeo/graduacao/ptr321/material2/Registro.pdf>>. Acesso em: 31 março. 2014.

HELLER, Léo. **Relação entre saúde e saneamento na perspectiva do desenvolvimento**. Ciência saúde coletiva. vol. 3, nº 2, pp. 73-84, 1998.

HOLANDA, J. S. de & AMORIM, J. R. A. de. Qualidade da água para irrigação, In:GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.

JAWETZ, E.; MELNICK, J. L; ADELBERG, E. A. **Microbiologia Médica**. 20º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

Kabata-Pendias A, Mukherjee AB () **Trace elements from soil to human**. Springer-Verlag, Berlin, New York, 2007.

LAWRENCE, D. N. *et al.* **Estudos epidemiológicos entre populações ameríndias da Amazônia. Parasitoses intestinais em povoações recentemente contactadas e em aculturação**. Acta Amazônica, 1980.

LAWRENCE JJ, SARAGA F, CHURCHILL JF, STATLAND JM, TRAVIS KE, SKINNER FK, MCBAIN CJ, Somatodendritic **Kv7-KCNQ-M channels control interspike interval in hippocampal interneurons**. J Neurosci 26:12325-38, 2006.

LIMA, A. C. S. O governo dos índios sob a gestão do SPI. In: CUNHA, M. C. **História dos Índios no Brasil**, São Paulo: Companhia das Letras: Secretaria Municipal de Cultura. Ed. Schwarcz, 1992.

LINHARES, A. C. **Epidemiologia das infecções diarreicas entre populações indígenas da Amazônia**. Cadernos de Saúde Pública, 8:121-128, 1992.

LUCIANO. Baniwa Gersem dos Santos. **O índio brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; LACED/Museu Nacional, 2006.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. **Brasil: 500 anos de povoamento**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/brasil500/index2.html>>. Acessado em 26 de outubro de 2009.

MACEDO, J.A.B., **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológica**. 2ª ed. Belo Horizonte/MG. CRQ-2003.

MACÊDO, J. A. B., **Águas & Águas**. Belo Horizonte: Editora Varela, 2001. 505p.

MANIZER, H. H. **Les Botocudos d'après les observations reculeillies pendant un séjour chez eux en 1915**. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 1919.

MENDONÇA, C.P. **A atenção a saúde indígena Maxakali, relatório de viagem**. Núcleo de Estudo em Antropologia e Desenvolvimento. Departamento de Sociologia e Antropologia FAFICH- UFMG. Belo Horizonte, 2002.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Planejamento e Gestão. **Marco de referência povos indígenas em Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção básica e especialização dos povos indígenas**. Brasília, 2007.

Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. 1999. **Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas**. Documento Preliminar elaborado por Grupo de Trabalho, criado através da Portaria nº 10, de 30 de março de 1999 (D.O.U. nº 61, de 31/03/1999).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção básica e especialização dos povos indígenas**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/saulnd_regInc.pdf>. Acesso: 12 setembro 2009.

MIRANDA, Rogério dos Anjos; XAVIER, Fábio Branches e MENEZES, Raimundo Camurça de. **Parasitismo intestinal em uma aldeia indígena Parakanã, sudeste**

do Estado do Pará, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online]. 1998, vol.14, n.3, pp. 507-511. ISSN 0102-311X.

MIRANDA, C. H. B.; NASCIMENTO, Y. A.; BIANCHIN, I. **Desenvolvimento integrado de controle de nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos Cerrados: fase 3, potencial de *Onthophagus gazella* no enterrio de fezes bovinas.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 5 p

MONTEIRO, Maria Elisabeth Brêa. **Política indigenista no estado do Espírito Santo e a instalação do serviço de proteção ao índio.** X Encontro Regional de História – ANPUH-RJ.2002. Rio de Janeiro. Disponível em: www.rj.anpuh.org/resources/rj/Anais/.../Monteiro%20Maria%20E%20B.doc. Acesso em: 12 de setembro de 2009.

NEVES D. P. **Parasitologia humana.** (10a ed.). Editora Atheneu, São Paulo, 2000. 428p.

NIMUENDAJÚ, C. **Índios Maxakali.** *Revista de Antropologia*, São Paulo, 6(1): 53 61. 1958.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano, 2006.** Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>>. Acesso em: maio 2010b.

PÁDUA, V. L.; FERREIRA, A. C. S. Qualidade da água para consumo humano. In:HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2006, p. 153-222.

PARAÍSO, Maria Ilda Baqueiro. **Os Grupos Indígenas do Vale do Mucuri: seus deslocamentos e atitudes perante o avanço da sociedade nacional (1840-1890).** Páginas 01-43. XX Reunião Brasileira de Antropologia, Salvador, 1996

PELCZAR, M. J. et al. **Microbiologia: Conceitos e aplicações.** 2º ed., v. 1. São Paulo: Makron Books, 1996.

PIERZYNSKI, SIMS, VANCE G.F., **Soils and environmental quality,** Boca Ration: Lenis Publ.;CRC Press,1994.313p.

PIMENTEL, H.S., LENA, J.C., NALINI Jr, H.A. **Studies of water quality in the Ouro Preto region, Minas Gerais, Brazil:** The release of arsenic to the hydrological system. *Environmental Geology*, v.43, p.725-730, 2003.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD).**Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água.** New York, 10017, USA. 2003,1101p.

POPOVICH, Frances Blok. **A organização social dos Maxakali**. Brasília: Sociedade Internacional Lingüística, 1994.

PUPULIN, A. R. T. *et al.* **Saúde em assentamentos rurais: uma questão de parcerias e política social**. In. Revista Brasileira de Análises Clínicas. Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, pp. 41-44, 1997.

RESENDE, Maria Leônia Chaves de e LANGFUR, Hal. **Minas Gerais: a resistência dos índios nos sertões e nas ilas de El Rei**. Col.Nativo Brasil: Beyond the cannibal and the convert, 1500-1889. University of New Mexico Press. Minas Gerais, abril. 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/tem/v12n23/v12n23a02.pdf>>. Acesso em: 26 set.2009.

RIBEIRO, D. **Os índios e a civilização**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1982.

RIBEIRO, D., 1977. **Os Índios e a Civilização: A Integração das Populações Indígenas no Brasil Moderno**. Petrópolis: Vozes.

_____. **Culturas e línguas indígenas do Brasil**. Rio de Janeiro: Educação e Ciências Sociais, 1957. v. 2, n. 6, pp. 1-102.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, R. L.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo: Ed. Manole. 1988. 179p.

RUBINGER, Marcos M. **Projeto de Pesquisa Maxakali**, Grupo Indígena do Nordeste de Minas Gerais. 1963. Mimeo.

SALGADO, Paulo E. de T. Metais em Alimentos. In: OGA, Seizi. **Fundamentos de Toxicologia**. 2. Ed. São Paulo: Atheneu, 2003.p.411-415.

SALZANO, F.M. e CALLEGARI-JACQUES, S.M. **South American Indians: a case study in evolution**. Oxford: Clarendon Press, 1988.

SANTOS M. G. *et al.* **Educação em saúde em escolas públicas de 1º grau da periferia de Belo Horizonte, MG, Brasil. II. Conhecimentos, opiniões e frequência de helmintíases entre alunos e professores**. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, 35: 573-579, 1993.

SANTOS, Simone Aparecida dos. **Prevalência de enteroparasitoses na população do município de Maria Helena – Paraná**. Revista Ciência e Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, 2006.

SAUNDERS, R. J & WARFORD, J. J. **Abastecimento de Água em Pequenas Comunidades: aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento**. ABES/ CODEVASF/ BNH. Rio de Janeiro: 1983. 252p.

SIASI - BOLETIM INFORMATIVO ESPECIAL. FUNASA, Ed nº 8, ABRIL DE 2009. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/internet/desai/sistemaSiasiDemografialIndigena.asp>>. Acesso em: 15 out.2009.

SILVÉRIO, P. F., **Partição, Biodisponibilidade e Toxicidade de Metais Pesados a Organismos Bentônicos em Sedimentos**. São Carlos. 77p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Química-Universidade federal de São Carlos, 1999.

SOUZA, ILDA de.. **Índios Kinikinau: aspectos etnolingüísticos**. *Tellus*, ano 7, n. 13, 2007, p. 103-133.

SOUZA, PI;; KANG, HC;; NARDINELLI, L.;BORELLI, P. **Desnutrição protéica: efeito sobre o espraçamento, fagocitose e atividade fungicida de macrófagos peritoneais**. *Rev. Bras. de Ciências Farmacêuticas, Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 37, n. 2, maio/ago. 2001

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, 2005. 452p.

STRAUSS, J., & THOMAS, D. Health, nutrition, and economic development. **Journal of Economic Literature**, v. 36, n. 2, p. 766–817, 1998.

TUGNY, R. P. **Nomadismo musical Maxakali**. III Simpósio de Cognição e Artes Musicais Internacionais, 2007, Salvador. III Simpósio de Cognição e Artes Musicais Internacionais. Salvador: EDUFBA, 2007, vol. 1, pp. 128-137. Anais.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. **Saneamento básico e saúde**. Disponível <<http://www.pet.ufal.br/petcivil/downloads/quintoano/SaneSaude.doc>>. Acesso em: 10 de maio de 2013.

WIEBBELLING, A. M. **Estudo etnoepidemiológico sobre parasitoses intestinais em índios Mbyá-Guarani da aldeia Cantagalo**, município de Viamão-RS, 2002. Disponível em < <http://www.ufcspa.edu.br/pesquisa/2004/dt.php/>> acesso 25 de março de 2010.

WILLIAMS, A. E. Natural and anthropogenic nitrate contamination of groundwater in a rural community, California. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 1, p. 32-9, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Copper**. Environmental Health Criteria 200. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 1998. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc200.htm>>. Acesso em: 20 out. 2007.
_____. **Zinc**. Environmental Health Criteria 221. International Programme on Chemical Safety. Geneva, 2001. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc221.htm>>. Acesso em: 20 out.2007.

ZANCUL, E.S.; MARX, R.; METZKER, A. **Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos**. *Revista Gestão & Produção*: vol.13, nº1, São Carlos, Jan/Abr. 2006.

Orçamentos:**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA**

São Leopoldo, 25 de abril de 2014.

A/c: Departamento de vendas e orçamento.

Prezados (a). Saudações:

Solicito o fornecimento de orçamento para os itens descritos na tabela abaixo em amostra de água de fontes usada para consumo humano nas aldeias indígenas Maxakali, situado na região nordeste de Minas Gerais. Ao mesmo tempo gostaria se possível, de informações detalhadas sobre a técnica ou o método padronizado por essa empresa para o processamento dessas análises.

Estas informações se faz necessário em virtude desse processo fazer parte de um projeto de doutorado com metodologia pré-definida.

Todos os preços devem ser calculados com os impostos e frete.

As informações podem ser enviadas por e-mail a minha pessoa, ou qualquer dúvida envio o meu fone para possível contato ou esclarecimentos.

Responsável pela solicitação: Eliseu Miranda de Assis

e-mail: eliseumiranda@yahoo.com.br

Fone:51-83005398

MATERIAL/ SERVIÇO		QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Al	Alumínio	01		
Cr	Cromo	01		
Sb	Antimônio	01		
Se	Selênio	01		
V	Vanádio	01		
As	Arsênio	01		
Ni	Níquel	01		
Cd	Cádmio	01		
Pb	Chumbo	01		
Li	Lítio	01		
B	Boro	01		
S	Enxofre	01		
P	Fósforo	01		
Fe	Ferro	01		
Zn	Zinco	01		
Cu	Cobre	01		
Mn	Manganês	01		
Ba	Bário	01		
Be	Berílio	01		
Co	Cobalto	01		
Hg	Mercúrio	01		
Ag	Prata	01		

U	Urânio	01		
N	Nitrogênio	01		
O	Oxigênio	01		
Ph	Potencial de hidrogênio	01		
	Turbidez	01		
DBO	Demanda biológica de oxigênio	01		
DQO	Demanda química de oxigênio ()	01		
	Coliformes totais	01		
	Coliformes termotolerantes	01		

Nome do projeto: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICO-QUÍMICAS, INDICADORES BACTERIOLÓGICOS, SANITÁRIAS E AMBIENTAIS DA ÁGUA CONSUMIDA EM UMA COMUNIDADE INDIGENA NA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS/BRASIL

Atenciosamente.

Eliseu Miranda de Assis
Doutorando em saúde Coletiva
Universidade Vale dos Sinos
São Leopoldo, RS, Brasil

Planilha para cálculo de custo das análises:

MATERIAL/ SERVIÇO		QUANTIDADE de coleta por ponto	Número total de pontos de coletas	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Al	Alumínio	01	17		
Cr	Cromo	01	17		
Sb	Antimônio	01	17		
Se	Selênio	01	17		
V	Vanádio	01	17		
As	Arsênio	01	17		
Ni	Níquel	01	17		
Cd	Cádmio	01	17		
Pb	Chumbo	01	17		
Li	Lítio	01	17		
B	Boro	01	17		
S	Enxofre	01	17		
P	Fósforo	01	17		
Fe	Ferro	01	17		
Zn	Zinco	01	17		
Cu	Cobre	01	17		
Mn	Manganês	01	17		
Ba	Bário	01	17		
Be	Berílio	01	17		
Co	Cobalto	01	17		

Hg	Mercúrio	01	17		
Ag	Prata	01	17		
U	Urânio	01	17		
N	Nitrogênio	01	17		
O	Oxigênio	01	51		
Ph	Potencial de hidrogênio	03	51		
	Turbidez	03	51		
DBO	Demanda biológica de oxigênio	03	51		
DQO	Demanda química de oxigênio	03	51		
	Coliformes totais	03	51		
	Coliformes termotolerantes	03	51		

RELATÓRIO DE PESQUISA

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Pradinho (Vila Nova).	89
TABELA 2	Classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Água Boa.	97
TABELA 3	Classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Verde-Ladainha.	102
TABELA 4	Classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Rafael (Topázio).	107
TABELA 5	Pontos de coletas, abreviações e classificação quanto a origem da água e coordenadas geodésicas.	118
TABELA 6	Metais com concentrações absolutas em micrograma por litro ($\mu\text{g/L}$), nos três períodos sazonais em vinte e quatro pontos de coletas nas Aldeias Maxakali de janeiro a julho de 2015	119
TABELA 7	Número e percentual de análises de metais e semi-metais com dosagem acima do permitido ao consumo nas Aldeias Maxakali.	120
TABELA 8	Número de coletas e metais com dosagem acima do permitido ao consumo nas Aldeias Maxakali, de acordo com sazonalidade, em cada ponto de coleta.	122
TABELA 9	Número e porcentagem de amostras com concentração de metais acima do permitido ao consumo por período sazonal nas Aldeias Maxakali	123
TABELA 10	Média de valores encontrados na análise dos metais em $\mu\text{g/L}$, por origem da fonte da água nas aldeias Maxakali.	124
TABELA 11	Valores absolutos para as análises físico-químicas e microbiológicas em cada ponto de coleta nas Aldeias Maxakali.	125
TABELA 12	Percentual de alterações físico-químicas e microbiológicas por Aldeia	126
TABELA 13	Parâmetros físico-químicos e microbiológicos com dosagem	128

alterada, de acordo com sazonalidade, em cada ponto de coleta.

TABELA 14	Percentual de alteração físico-química e microbiológica por período sazonal.	129
TABELA 15	Média de valores encontrados nas variáveis físico-químicas e microbiológicas, por origem da fonte da água nas aldeias Maxakali.	129

FIGURA

FIGURA 1	Curva para calibração de absorvância do Nitrato	113
----------	---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BA** - Bahia
- CEP** - Comitê de Ética em Pesquisa
- CID-10** - Código Internacional de Doenças
- CONEP** - Comissão Nacional de ética em Pesquisa
- DISEI** - Distritos Sanitários Especiais Indígenas
- EPF** - Exame parasitológico de fezes
- FUNAI** - Fundação Nacional do Índio
- FUNASA** - Fundação Nacional de Saúde
- GPS** - Global Positioning System (Sistema de Posição Global)
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MG/ES** - Minas Gerais/Espírito Santo
- OMS** - Organização Mundial de Saúde
- PIN** - Postos Indígenas
- SESAI** – Secretaria Especial da Saúde Indígena
- SIASI** - Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena
- SPI** - Serviço de Proteção ao Índio
- SUSA** - Unidades Sanitárias de Saúde

UTM - Universal Transverso de Mercator

CONOMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

LISTA DE ABREVIATURAS PARA OS METAIS E SEMI-METAIS

Al	Alumínio
Cr	Cromo
Sb	Antimônio
Se	Selênio
V	Vanádio
As	Arsênio
Ni	Níquel
Cd	Cádmio
Pb	Chumbo
Li	Lítio
B	Boro
S	Enxofre
P	Fósforo
Fe	Ferro
Zn	Zinco
Cu	Cobre
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
O	Oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	78
2	DA JUSTIFICATIVA E DA AUTORIZAÇÃO DO ESTUDO	82
3	COLETA DOS DADOS	85
3.1	DA INFRAESTRUTURA.....	85
3.2	DA EQUIPE.....	85
3.3	DA LOGÍSTICA DE CAMPO.....	86
4	METODOLOGIA	88
4.1	GEORREFERENCIAMENTO.....	88
4.2	COLETA DA ÁGUA.....	88
4.3	CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES.....	89
4.4	QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO, ULTRA-TRAÇOS, MACROMINERAIS E MICROMINERAIS.....	109
4.5	DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	110
4.5.1	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO-PH.....	111
4.5.2	TURBIDEZ	111
4.5.3	OXIGÊNIO DISSOLVIDO-OD	111
4.5.4	CONDUTIVIDADE	111
4.5.5	NITRATO	112
5	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	113
6	TESTE MUTAGÊNICO <i>ALLIUM CEPA</i>	114
7	COMITÊ DE ÉTICA	116
8	RESULTADOS	117
8.1	RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS METAIS E SEMI-METAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA.	117
8.2	RESULTADOS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA.	124
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
10	REFERÊNCIAS	131
11	APENDICE	134

1 INTRODUÇÃO

Com forte conservação de sua tradição cultural, os Maxakali são umas das poucas etnias indígenas aldeadas no estado de Minas Gerais/Sudeste do Brasil, que conservou e mantém viva sua tradição cultural. Mesmo estando em contato direto com a civilização externa há quase trezentos anos, sua estrutura social, cultura e língua permanecem intactas; mesmo que muito da cultura externa tenha sido introduzida em seu contexto sociocultural, a vontade de preservar sua identidade foi mais forte a ponto de não permitir o comprometimento da sua identidade étnica (TUGNY, 2007).

Durante o processo de colonização, este grupo esteve por quatro vezes em situação de risco de extinção. Dados censitários relatados por Nimuendajú em 1939 (NIMUENDAJÚ, 1958) relatam uma população reduzida a 120-140 indivíduos, o que levou, no ano de 1941, o antigo Serviço de Proteção aos Índios (SPI) a criar um posto para prestar assistência à tribo, que estava em perigo iminente de extinção. Nessa data, conforme o censo feito pelo posto em 1942, havia somente 59 sobreviventes.

Ao que parece, sua capacidade de flexibilização, frente às adversidades, tem sido um fator relevante para a sua sobrevivência, a exemplo disso, foi a adoção da agricultura em um grupo caçador e coletor. Soma-se a sua capacidade de flexibilização, a aliança junto aos Portugueses na guerra contra os Botocudos em 1808 (POPOVICH, 1994, RUBINGER, *apud* CARVALHO e ALVES 2009) que os protegeram da dizimação ocorrida com outros povos.

Os Maxakali reportam-se como “povo indígena de trato tranquilo”, embora com a introdução e o consumo do álcool por alguns indivíduos nas aldeias, esse perfil tenha apresentado mudanças significativas.

Suas terras ocupam uma área demarcada de 5.305,67 hectares (terras indígenas de Água Boa (município de Santa Helena de Minas/MG) e Pradinho (município de Bertópolis/MG), ambas situadas na região nordeste do Estado de Minas Gerais, na região do Vale do Mucuri, próximo à divisa com o estado da Bahia.

Nessas duas aldeias, está concentrada a maior parte da sua população, considerada como clã original. Outros dois grupos residem na Aldeia Verde com área de 552 hectares de terra (município de Ladainha/MG) e Aldeia

Cachoeirinha/Rafael (Topázio, distrito do município de Teófilo Otoni/MG). Estas duas últimas consideradas como clã dissidente.

O número de indivíduos nas aldeias é flutuante devido aos constantes deslocamentos para visitas a familiares ou mesmo para fixar residência temporária próximo a familiares. Cada aldeia é subdividida em vários subgrupos representados por suas lideranças (CARVALHO; ALVES, 2009).

Em julho de 2015, a população indígena Maxakali era de 2020 pessoas (SIASI, 2015), vivendo numa terra onde os recursos naturais estão limitados, com mata devastada pelas constantes queimadas intencionais, fato observado nas constantes viagens a campo. Há predomínio de terras para pastagem, fruto da atividade de criação de gado pelos antigos proprietários.

Na Aldeia Verde, no município de Ladainha, a maior parte da área é composta por morros e por um solo de baixa fertilidade. Apesar de ser recortada por riachos e pequenos córregos e até mesmo uma pequena cachoeira, há dificuldade, por parte dos indígenas, de acesso à água de boa qualidade (CARVALHO; ALVES, 2009).

Para fins de organização da atenção à saúde, a área dos Maxakali está dividida em duas unidades administrativas (Polo Base (PB) tipo II) e quatro unidades territoriais (PB tipo I). O PB tipo II, Teófilo Otoni administra dois PB territoriais, Topázio e Ladainha, PB tipo I. O PB Machacalis (PB tipo II) administra os PB de Pradinho, Água Boa, PB tipo I.

Todos fazem parte do Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) MG/ES, cuja sede está localizada na cidade de Governador Valadares/MG.

Diferentemente das sociedades urbanas e consideradas modernas, onde o valor atribuído ao elemento água parece ser apenas fisiológico, em virtude das necessidades corporais e comerciais, como sendo um bem que pode ser domesticado e comercializado, na maioria das sociedades indígenas, o seu significado perpassa o conceito de necessidade fisiológica, sendo considerada como um bem da natureza e uma dádiva de Deus, ao qual é atribuído o poder sobre a determinação de sua abundância ou sua escassez, fazendo parte de um modo de vida (DIEGUES, 2000).

Em ambas as sociedades, as águas podem ser contaminadas e poluídas, porém, nas sociedades indígenas, a ocupação do entorno das suas terras, a invasão por terceiros com desmatamento, queimadas, assoreamento e poluição dos rios têm

afetado a disponibilidade de água limpa para esses grupos, mesmo nos casos em que a definição de limites e o processo de demarcação tenham ocorrido de forma satisfatória.

Além do risco do consumo de água com má qualidade, o fato das comunidades indígenas Maxakali não serem familiarizadas com informações relativas aos padrões de potabilidade ou o conhecimento sobre formas alternativas de purificação, necessárias para que a água possa ser consumida sem colocar em risco à saúde, potencializa o risco de doenças de veiculação hídrica neste grupo.

Embora o risco de doenças pelo consumo de uma água com má qualidade seja comum em qualquer sociedade, são as tradicionais, mais vulneráveis, que sofrem os maiores impactos.

Esses impactos tornam-se claros quando se observam os indicadores de morbidade e mortalidade nessas sociedades. Nos Maxakali, dados do Ministério da Saúde (MS, 2007) apontam as doenças infecciosas e parasitárias, como a principal causa de morte na população em geral e também em crianças com idade inferior a 05 anos.

Em 2009, um inquérito colpoparasitológico, neste grupo, revelou alta prevalência de parasitos intestinais na ordem de 89,48%, variando de aldeias com prevalências de até 96,6% (Aldeia Rafael-Cachoeirinha), mostrando índices elevados de positividade para *Entamoeba histolitica/Dispar*, *Ancilostomíase*, *Schistosoma mansoni*, *Trichuris trichiura* entre outros (ASSIS *et al*, 2013), corroborando a hipótese de que as parasitoses possam ter, na água usada para o consumo, um fator de causalidade.

Entende-se como água potável aquela isenta de contaminantes químicos e microbiológicos e que também atenda a certos requisitos de ordem estética. Os parâmetros para se determinar a qualidade da água encontram-se regulamentados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986), sendo estes parâmetros obtidos através de análises químicas, físico-químicas e biológicas em um determinado meio.

No Brasil, a normalização da qualidade da água para consumo humano foi iniciada na década de 70. Tais normas são referências técnicas fundamentais para estabelecer um padrão de qualidade ao “produto” água, seja ele obtido diretamente da natureza (sem tratamento) ou após processos químicos de tratamento (BRASIL, 2004; FREITAS E FREITAS, 2005).

Entre os principais indicadores para classificação quanto à qualidade da água, sete classificações têm se destacado quando se leva em conta o destino final do produto água¹. Para avaliação da água bruta destinada ao abastecimento público, no Brasil, a classificação mais utilizada é o IQA² (Índice de Qualidade das Águas), criado na década de 70 nos Estados Unidos pela *National Sanitation Foundation*, adotado no Brasil a partir de 1975, inicialmente pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e depois por diversos estados brasileiros.

Os parâmetros avaliados no IQA (Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, Potencial hidrogeniônico – pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Temperatura da água, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez e Resíduo total) são na maioria indicadores de contaminação referente ao lançamento de esgoto doméstico. Nesta avaliação, são atribuídos pesos a cada indicador por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros e aplicado em uma fórmula. Os valores resultantes são comparados em faixas, sendo sua classificação em: ótima, boa, razoável, ruim e péssima³.

Outros indicadores são: O Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP), Índice do Estado Trófico (IET), Índice de Contaminação por Tóxicos, Índice de Balneabilidade (IB), Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) e o Índice de Qualidade de Água em Reservatórios (IQAR).⁴

As aldeias Maxakali estão localizadas em regiões onde o desenvolvimento de atividades agrícolas com escala industrial não são comuns. Isso diminui a possibilidade de contaminação da água por produtos usados em lavouras para controle de pragas, como inseticidas, herbicidas e adubação do solo com fertilizantes.

A água, em algumas áreas das aldeias, parece ser de boa qualidade considerando aspectos visuais, porém em outros lugares, onde as crianças costumam tomar banho com frequência, apresenta-se com condições insatisfatórias acarretando frequentemente febre e diarreia (CARVALHO; ALVES, 2009).

Outros fatores de risco para a contaminação desse recurso estão presentes. A ausência de empresas de saneamento, responsáveis pelo destino adequado dos dejetos humanos e animais, além da falta de tratamento dos esgotos das cidades circunvizinhas, agrava e coloca em risco a qualidade da água consumida. Como

^{1,2,3,4} <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#>.

exemplo, o rio Umburana que, antes de passar pela Aldeia Pradinho (Vila Nova), passa no distrito de Oropinha, município de Santa Helena de Minas/MG e por diversas fazendas, onde recebe esgoto doméstico e de dejetos de animais.

Outro fator que agrava o risco à saúde da comunidade indígena Maxakali é sua mobilidade. Nas suas idas e vindas entre uma aldeia e outra, nas cidades circunvizinhas dos vales do Mucuri, Jequitinhonha e Rio Doce, há várias cidades de pequeno e médio porte, nas quais as políticas públicas para o tratamento dos esgotos lançados nos rios e seus afluentes não foram discutidas e nem implantadas. Isso para uma sociedade tradicional, acostumada a beber água direto da fonte, é um fator que agrava o risco. Crianças e idosos deste grupo, em virtude de não falarem o idioma português, pouco se comunicam com a população local e também não conseguem fazer a leitura de placas indicativas, quando existentes, sobre a qualidade da água nessas fontes.

Assim, com o objetivo de conhecer a qualidade da água usada para consumo nesta comunidade indígena, propusemos este estudo, no sentido de levantar indicadores através da descrição das condições sanitárias, químicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e toxicológica (Teste de atividade mutagênica), além do levantamento da concentração de metais tóxicos presentes nesta água.

2. DA JUSTIFICATIVA E AUTORIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo foi idealizado, a partir da necessidade de se responder a questionamentos, surgidos após um inquérito realizado neste grupo no ano de 2009. Nesse inquérito, um estudo transversal foi realizado, com o levantamento de indicadores nutricionais (peso, altura, IMC, circunferência da cintura, pregas tricipitais, pregas subescapulares, gasto energético, idade metabólica), indicadores sanitários (estrutura da casa, tipo de telhado, presença de portas e janelas, tipo de piso, número de cômodos, presença ou não de banheiro, presença de filtro para água, local de coleta e armazenamento da água para beber, tipo de vasilhame que era armazenado essa água, destino do lixo, presença de fogueira dentro ou fora da casa, presença de banheiro, presença ou não de energia elétrica etc.); além disso, foi realizado o georreferenciamento dos domicílios.

Também foi realizado um inquérito colpoparasitológico utilizando, naquele momento, uma nova metodologia, conhecida como Teff-test. A escolha se deu em virtude de sua alta especificidade e alta sensibilidade frente aos métodos convencionais para a identificação de helmintos e protozoários. Essas amostras foram coletas em triplicata, sendo a coleta das fezes realizada pelos indígenas em dias alternados (CARVALHO, 2012).

Entre os diversos indicadores, a alta prevalência de parasitos intestinais foi o que chamou mais a atenção. Como tentativa de explicar a sua possível origem, alguns questionamentos foram feitos, nos quais:

- Poderia essa alta prevalência de parasitos ser fruto da contaminação do solo?
- Poderia ser fruto da contaminação alimentar?
- Poderia ser fruto de uma água sem tratamento?

A partir dessas indagações, algumas respostas nos levaram a exclusões primárias.

Nos resultados, a prevalência do parasita *Ascaris lumbricoides* foi na ordem de 4,9%, sendo umas das mais baixas prevalências encontradas nesse grupo. Esse parasita tem preferências por habitar lugares úmidos, quentes e sombreados, uma vez que os ovos embrionados do *Ascaris lumbricoides*, quando eliminados no solo pelas fezes do hospedeiro definitivo, não possuem capacidade de infecção. Essa capacidade só é adquirida após processo evolutivo que dura cerca de três ou quatro semanas, nestas condições ambientais (STORER, USINGER, 1989). Como essas condições não foram observadas no solo das aldeias, excluiu-se a ideia inicial de avaliação do solo, já que o principal parasita que se relaciona ao solo teve baixa prevalência no estudo.

Ao se pensar na contaminação alimentar, buscou-se fazer a relação da presença do parasita *Hymenolepis nana*, e a sua capacidade de ter como vetor os carunchos de cereais, pulgas (principalmente de roedores) em seu estado larvar. Nesse parasita, a oncosfera é liberada na cavidade geral do inseto e se transforma em larvas cisticercoides que, quando ingeridas acidentalmente, tornam-se infectantes para os seres humanos (BENENSON, 1992). Essa possibilidade foi cogitada pela visualização da presença de carunchos em muitos cereais armazenados nos domicílios durante o inquérito sanitário.

Porém, a prevalência desse parasita no inquérito colpoparasitológico também não foi alta, desestimulando a investigação do alimento armazenado, como foco principal da alta prevalência de parasitos no estudo.

Assim, diante da possível associação das parasitoses à veiculação hídrica direta, ou indireta, através da água utilizada na preparação de alimentos, ficou fortalecida a hipótese de que era necessário conhecer as características da água usada para consumo nestas comunidades. Os fatores que corroboraram com esse pensamento foram o fato de ter sido identificada a ausência de tratamento da água, o armazenamento inadequado para o consumo, a ausência de filtros ou outras formas de tratamentos alternativos antes do consumo, além de ser uma prática comum nessa comunidade, o consumo direto na fonte, seja da água usada exclusivamente para o abastecimento ou para contato primário (recreação). A situação existente nesta comunidade deixa claro que a qualidade da água é questionável, embora não conhecida.

Soma-se a esse risco, o fato de as comunidades indígenas em questão não serem familiarizadas com informações relativas aos padrões de potabilidade necessária para que a água possa ser consumida sem colocar em risco a saúde humana, assim como não é comum, no grupo, o conhecimento sobre formas alternativas de purificação da água.

A alta prevalência de parasitos intestinais identificados em inquérito colpoparasitológico neste grupo no ano de 2009, com índices elevados de positividade para *Entamoeba histolitica/Dispar*, Ancilostomíase, *Schistosoma mansoni*, *Trichuris trichiura* entre outros, corrobora com a hipótese de que possa ter, na água usada para o consumo deste grupo, seu fator de causalidade. O que justifica a necessidade de investigação proposta no projeto.

Identificado o objetivo de estudo, passou-se à formalização do processo de solicitação de autorização para o acesso às aldeias e à coleta das amostras. Vale a ressalva de que, na solicitação da autorização do inquérito realizado no ano de 2009, já havia sido incluída nesse período uma proposta de análise microbiológica da água. Entretanto, como os recursos foram poucos e em virtude da escassez de tempo, não foi possível a sua efetivação.

Mesmo já havendo a autorização anterior, achou-se, por bem, solicitar uma nova autorização, uma vez que o pesquisador responsável e a instituição de vínculo haviam sido mudados.

Essa solicitação foi formalizada às lideranças indígenas locais, à coordenação do Polo Base nas cidades de Machacalis e Teófilo Otoni e, por último, ao departamento responsável pelo saneamento nas aldeias junto ao DSEI em Governador Valadares/MG, Brasil. Todo esse processo foi concluído em 06 meses. A solicitação foi protocolada em 20 de julho de 2014 e foi finalizada com a autorização no dia 30 de dezembro de 2014.

3. COLETA DOS DADOS

A partir da autorização para início do estudo, foram retomadas as parcerias para a concretização do projeto. Inicialmente, houve a necessidade de buscar uma co-orientação para o pesquisador, alguém com expertise na temática e que estivesse mais próximo do campo, uma vez que a universidade a qual o programa estava vinculado era no Rio Grande do Sul/Sul e a área de pesquisa na região nordeste do Estado de Minas Gerais/Sudeste do Brasil.

Essa pareceria foi firmada com a Dr^a. Cleide A. Bomfeti, professora responsável pelo laboratório de análises de contaminantes e análise de água da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri que mui gentilmente nos auxiliou em todos os momentos da pesquisa (do planejamento às análises), assumindo a co-orientação do estudo.

3.1 DA INFRAESTRUTURA

Houve a necessidade de adequação do laboratório de análise de água para melhor atender às demandas durante as análises. Essa adequação foi em pequenos serviços de alvenaria na estrutura físicas custeadas pelo pesquisador.

3.2 DA EQUIPE

Foi estruturada uma equipe de apoio ao projeto, em virtude das várias demandas para as coletas e análises. Esta equipe era formada por alunos da iniciação científica, na sua maioria composta por bolsistas vinculados ao laboratório.

O grupo era organizado de forma a dar suporte na preparação logística para processamento do material coletado, para auxiliar nas análises e para auxiliar nas coletas em campo.

Fazia parte desta equipe, uma estagiária voluntária, formada em nutrição, 04 alunos bolsistas do laboratório, a co-orientadora e o pesquisador responsável pelo estudo.

3.3 DA LOGÍSTICA DE CAMPO

Para a logística de campo, houve a necessidade de um planejamento que permitisse a realização da coleta e o processamento das amostras no mesmo dia; que a coleta respeitasse os mesmos horários evitando variações em relação à temperatura; que o trabalho de campo fosse adaptado aos horários da equipe de saneamento das aldeias, com mínima interferência na sua organização, uma vez que o acesso aos locais de coletas era feito apenas por carros oficiais. Outro fator considerado, no processo logístico, foi a necessidade de acompanhamento pelos agentes de saneamento, que orientavam quanto à localização dos pontos de coletas e aberturas das válvulas nos poços artesianos e reservatórios.

A primeira fase constou de uma visita prévia em todas as aldeias para mapear os pontos de coletas, sendo considerado, no estudo, o local de captação, o local de armazenamento e o ponto de rede mais distante que era atendido por cada fonte.

Um total de 24 pontos foram mapeados nas 04 aldeias, 09 pontos na Aldeia Vila Nova, que chamaremos de Aldeia Pradinho em virtude de ser essa a nomenclatura usada por todos indígenas e não indígenas do local, 07 Pontos na Aldeia Água Boa, 05 pontos na Aldeia Verde e 03 Pontos na Aldeia Cachoeira que chamaremos Aldeia Rafael, nome atribuído à liderança local. Esta última, localizada no distrito de Topázio, município de Teófilo Otoni, MG.

Houve a necessidade de incluir, nesses pontos, fontes que, mesmo não sendo oficiais para a coleta e distribuição de água, eram usadas pela comunidade para contato primário (banho e lazer), para armazenamento e consumo de água *in natura*, fato constatado no trabalho de campo. Esses pontos foram Rio Umburana, córrego Aldeia João Mineiro, córrego Aldeia Maravilha na Aldeia Pradinho, Lagoa

principal na Aldeia Verde em Ladainha/MG, córrego Aldeia João Bidé e o córrego Água Boa na Aldeia Água Boa.

Um cronograma foi realizado em conjunto com a equipe do laboratório e a equipe do Polo Base, respeitando a sazonalidade em relação ao clima, para as coletas. Foi considerado o período de janeiro e fevereiro de 2015 para início das coletas. Esse seria o período considerado chuvoso na região, tendo como referência a divulgação do calendário climático do estado de Minas Gerais. As coletas realizadas no mês de abril de 2015 seriam consideradas como coletas do período intermediário e as coletas realizadas no mês de julho consideradas coletas do período seco. Entretanto, mesmo tendo sido considerado o calendário oficial do clima no estado de Minas Gerais, a variação climática foi diferente da esperada. A coleta nos meses de janeiro e fevereiro foi feita com ausência de chuvas e as coletas em julho, considerado o período seco, foi feita durante fortes chuvas.

Cada coleta respeitava o intervalo de dois dias entre uma aldeia e outra, para ser possível o preparo dos meios usados na análise microbiológica.

4. METODOLOGIA

4.1 GEORREFERENCIAMENTO

O georreferenciamento tinha a proposta de mapear os domicílios e as fontes de água, para, assim, criar um mapa temático, onde o conhecimento de um possível indicador inadequado permitisse identificar quais indivíduos estavam susceptíveis a este risco.

Entretanto, a dinâmica migratória Maxakali, dentro de suas terras, inviabilizou esse objetivo. Casas georreferenciadas em um momento deixavam de existir num curto intervalo de tempo, isso porque os Maxakalis mudam constantemente de um local para o outro. Muitas vezes, uma casa era destruída em uma semana e reconstruída na seguinte, com distância de poucos metros do local anterior. Essa mudança também acontecia entre uma aldeia e outra, inviabilizando as análises espaciais através de mapas temáticos.

Assim, o georreferenciamento foi feito considerando apenas as fontes primárias de água, fontes não oficiais onde era visualizado o consumo, e o seu percurso até o destino final (captação, reservatório e ponta de rede). Os vinte e quatro pontos mapeados foram georreferenciados, sendo atribuídas, a cada um deles, coordenadas geográficas (latitude e longitude) reais e corrigidas com alto nível de precisão.

O equipamento usado foi o GPSMAP 76CSx, produzido Garmin International, Inc. 1200 E 151st Street, Olathe, Kansas 66062 U.S.A. A precisão do equipamento na função de GPS: <10 metros (49 pés) 95% típico. O formato escolhido foi de latitude e longitude, seguindo as descrições técnicas do equipamento disponível no manual.

4.2 COLETA DA ÁGUA

Coleta das amostras: foi realizada conforme procedimento adotado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2011). Para isso, foram utilizados frascos esterelizados de polipropileno de 50 mL com tampa, tipo Metal free (livre de metais). As amostras foram coletadas em triplicata, 03 amostras em cada ponto, identificadas com o nome do ponto e a data; em seguida, eram

armazenadas em caixa térmicas com temperatura controlada entre 2º e 8º Celsius e encaminhadas imediatamente ao laboratório da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/ Campus Teófilo Otoni/MG, onde eram processadas.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA FONTES

Os pontos de consumo mapeados eram, na maioria, poços artesianos ou barragens feitas em algumas nascentes, um pouco distantes das aldeias, além de algumas lagoas ou rios. Na aldeia Pradinho (Vila Nova), foram mapeados nove pontos, sendo: dois poços artesianos, dois reservatórios, dois pontos de rede, um rio e dois córregos. Características de cada fonte são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Pradinho (Vila Nova).

Fonte de coleta	Abreviação	Origem da água	Características
Poço de Captação Aldeia Vila Nova	AP1	Subterrânea	Possui profundidade de ≈110 metros, sua vazão está entorno dos 8300 litros/hora, as conexões e encanamentos são galvanizados. Classificado como águas doce de Classe 1 (águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado) conforme resolução CONAMA 357 de 2005.

AP1-Poço de Captação Aldeia Pradinho/Vila Nova



Reservatório
Aldeia Vila
Nova

AP2

Subterrânea

Reservatórios com capacidade para 15 mil litros (03 caixas), feitos de PVC, sua distância em relação à captação (AP1) é de aproximadamente 750 metros.

AP2-Reservatório Aldeia Vila Nova



Ponta de
Rede-
Torneira-Posto

AP3

Subterrânea

Sua distância aproximada do reservatório (AP2) é de \approx 400 metros,

Vila Nova

todo o encanamento é de PVC.

AP3-Ponta de Rede-Torneira-Posto Vila Nova



Rio Umburana

AP4

Superficial

Rio de águas doce, sua classificação pela resolução CONAMA 375/2005 seria para águas de classe tipo II (destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato), porém como existe o consumo direto na fonte pela população indígena no seu entorno, será adotada, para considerações sobre indicadores de qualidade da água, a classe tipo I. Seu ambiente é lótico em virtude das suas águas moventes. Esse rio recebe pouca quantidade de esgoto doméstico proveniente das fazendas e de um povoado chamado Oropinha, distrito de Santa Helena de Minas/MG, antes de passar pela aldeia.

AP4-Rio Umburana



Córrego
Aldeia João
Mineiro

AP5

Superficial

Córrego de água doce. Nos períodos de seca, possui ambiente lântico, com movimentos quase estagnado. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo II, porém em virtude do consumo pela comunidade no seu contato primário, será classificado para efeitos de avaliação como classe I.

OBS: na segunda coleta, seu volume de água estava muito baixo, quase seco, com apenas algumas poças no seu leito.

AP5-Córrego Aldeia João Mineiro



Córrego
Aldeia
Maravilha

AP6

Superficial

Córrego de água doce. Nos períodos de seca, possui ambiente lântico, com movimentos quase estagnados. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo II, porém em virtude do consumo pela comunidade no seu contato primário, será classificado para efeitos de indicadores como classe I. OBS: Na primeira coleta, apresentava uma cor prateada nas suas águas com a presença de grande quantidade de sedimentos suspensos, o que impossibilitou a leitura real da turbidez pelo equipamento, sendo superior ao limite de detecção (HI). Na segunda coleta, suas águas estavam cobertas por uma vegetação densa tipo algas, sua concentração de oxigênio foi muito inferior ao limite mínimo.

AP6-Córrego Aldeia Maravilha



Poço de
Captação
Aldeia
Cachoeira

AP7

Subterrânea

Possui profundidade de ≈ 120 metros, sua vazão está entorno de 2800 litros/hora, as conexões e encanamentos são galvanizados. Classificado como águas doce de Classe 1 conforme resolução CONAMA 357 de 2005.

AP7-Poço de Captação Aldeia Cachoeira



Reservatório
Aldeia
Cachoeira

AP8

Subterrânea

Reservatórios com capacidade para 20 mil litros, feitos de metal (ferro), sua distância em relação à captação (AP7) é de aproximadamente 1500 metros.

AP8-Reservatório Aldeia Cachoeira



Ministério da Saúde
FUNASA
Fundação
Nacional
de Saúde

Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Maravilha	AP9	Subterrânea	Sua distância aproximada do reservatório (AP8) é de \approx 4000 metros, todo o encanamento é de PVC.
---	-----	-------------	---

AP9-Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Maravilha



Na aldeia Água Boa, foram mapeados sete pontos, sendo: um poço artesiano, um reservatório, dois pontos de rede, uma nascente e dois córregos. Características de cada fonte são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Água Boa.

Fonte de coleta	Abreviação	Origem da água	Características
Poço de Captação Aldeia Água Boa	AB1	Subterrânea	Possui profundidade de ≈ 70 metros, sua vazão está entorno de 12000 litros/hora, as conexões e encanamentos são galvanizados. Sua bomba para extração da água está a ≈ 33 metros de profundidade. Classificado como águas doce de Classe 1 conforme resolução CONAMA 357 de 2005.

AB1-Poço de captação Aldeia Água Boa



Reservatório Aldeia Água Boa	AB2	Subterrânea	Reservatórios feito de metal (ferro) galvanizados, com capacidade para 60 mil litros, sua distância em relação à captação (AB1) é de aproximadamente 600 metros.
------------------------------	-----	-------------	--

AB2-Reservatório Aldeia Água Boa



Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Pirino

AB3

Subterrânea

Sua distância aproximada do reservatório (AB2) é de \approx 3000 metros, todo o encanamento é de PVC.

AB3-Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Pirino



Córrego Aldeia Joao Bidé	AB4	Superficial	Córrego de água doce, sua classificação pela resolução CONAMA 375/2005 seria para águas de classe tipo II, porém como existe o consumo direto na fonte pela população indígena no seu entorno, será adotada a classe tipo I. Seu ambiente na época das coletas é lântico em virtude das suas águas paradas. Não é corpo receptor de efluentes. No momento do estudo, suas águas eram barrentas com odor característico de matéria orgânica em putrefação.
--------------------------------	-----	-------------	---

AB4-Córrego Aldeia João Bidé



Nascente do Córrego Água Boa	AB5	Superficial	Nascente de água doce, localizado em região de difícil acesso e grande altitude com pouca mata nativa em seu entorno. Suas águas foram represadas para permitir a coleta,
------------------------------------	-----	-------------	---

porém possui grande vazão sendo um ambiente lótico, considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo I. Não possui reservatório, sendo distribuída simultaneamente após a captação.

AB5-Nascente do rio Água Boa



Córrego Água
Boa

AB6

Superficial

Córrego de água doce, possui ambiente lótico. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo I. Possui águas claras em toda a extensão, não é corpo receptor de efluentes.

AB6-Córrego Água Boa



Ponta de Rede-nascente do córrego água Boa Torneira-Aldeia Luizinha

AB7

Superficial

Sua distância aproximada do ponto de captação (AB5) é de \approx 3000 metros, todo o encanamento é de PVC. Recebe água direto do ponto de coleta.

AB7-Ponta de rede_ Nascente Água Boa



Na aldeia Água Verde, município de Ladainha, foram mapeados cinco pontos, sendo: um córrego, um reservatório com adaptação para filtro lento, um ponto de rede, uma lagoa e um poço artesiano.

Características de cada fonte são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Verde-Ladainha.

Fonte de coleta	Abreviação	Origem da água	Características
Fonte principal de Captação Riacho (Barragem)	AV1	Superficial	Córrego de água doce, localizado em região de difícil acesso, muito distante da aldeia, há morros de grande altitude que são necessários passar até chegar à sua localização, há muita mata nativa em seu entorno, porém estavam queimadas. Suas águas foram represadas para permitir a coleta. Seu ambiente é lótico. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo I.

AV1-Fonte principal de Captação Riacho (Barragem)



Reservatório
Aldeia Verde
(Com filtro
lento)

AV2

Superficial

Reservatórios feitos de PVC, distante \approx 3000 metros da captação (AV1), possui capacidade para 10 mil litros (03 caixas/10mil/l). Sua filtração, na época da construção, era por decantação simples, passando por filtro de brita e areia. Não estava em funcionamento nos períodos das coletas (motivo não especificado).

AV2-Reservatório Aldeia Verde (Com filtro lento)



Poço artesiano Reservatório/ captação Posto de Saúde.

AV3

Subterrânea

Poço artesiano com profundidade \approx 30 metros, vazão de 25 metros/hora, suas águas são distribuídas exclusivamente para o posto de saúde em função da sua baixa vazão. Possui dois reservatórios de 10 mil/litros de PVC. São águas doces classificadas como tipo I.

AV3-Poço artesiano Reservatório/ captação Posto de Saúde.



Ponta de rede, Torneira Escola Pinheiro.	AV4	Superficial	Sua distância aproximada do reservatório (AV2) é de \approx 1500 metros, todo o encanamento é de PVC.
---	-----	-------------	---

AV4-Ponta de rede, Torneira Escola Pinheiro.



Lagoa	AV5	Superficial	Lagoa feita artificialmente há cerca de 06 anos com objetivo inicial de criação de peixes, prática abandonada posteriormente. Suas águas são de cor barrenta, com presença de lixo orgânico e não orgânico nas suas bordas e na lâmina d'água. Esse local é muito usado como contato primário pelas crianças da aldeia. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo II, em virtude do consumo direto sem tratamento prévio classificaremos como água tipo I.
-------	-----	-------------	--

AV5-Lagoa



Na aldeia Água de Rafael (AR), distrito de Topázio, município de Teófilo Otoni, foram mapeados três pontos, sendo: uma lagoa, um reservatório com adaptação para filtro lento, um ponto de rede.

Características de cada fonte são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: classificação das fontes de água usadas para consumo humano na comunidade indígena Maxakali Aldeia Rafael (Topázio).

Fonte de coleta	Abreviação	Origem da água	Características
Lagoa	AR1	Superficial	Lagoa feita artificialmente pelos antigos proprietários da fazenda, Suas águas são de cor barrenta, porém são limpas, quando considerada a presença de lixo. Esse local é pouco usado no contato primário. Considerando a resolução CONAMA 357/2005, seriam águas de classe tipo II, em virtude do consumo direto sem tratamento prévio classificaremos como água tipo I. Sua vazão dá a característica de um ambiente lântico.

AR1-Lagoa



Reservatório (Com filtro lento)	AR2	Superficial	Reservatórios feitos de PVC, distante \approx 1500 km da captação (AR1), possui capacidade para 10 mil litros (03 caixas/10mil/l). Sua filtração na época da construção era por decantação simples passando por filtro de brita e areia, porém não estava em funcionamento durante as fases da coleta (motivo não especificado).
---------------------------------------	-----	-------------	--

AR2-Reservatório (Com filtro lento)



Ponta de rede, Torneira casa de Rosália.	AR3	Superficial	Sua distância aproximada do reservatório (AV2) é de \approx 1500 metros, todo o encanamento é de PVC.
--	-----	-------------	---

AR3-Ponta de rede, Torneira casa de Rosália.



As classificações especificadas acima foram realizadas durante as três fases da coleta, de janeiro a julho de 2015. Houve o registro fotográfico de cada ponto de coleta.

4.4 QUANTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO, ULTRA-TRAÇOS, MACROMINERAIS E MICROMINERAIS.

Para a determinação dos metais (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Ag, Se, U, V, Zn, S, N, P), foi utilizado o método analítico proposto por LAWRENCE *et al.* (2006). As análises foram feitas em um espectrômetro de massas com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS, modelo ELAN DRC II, Perkin Elmer), um sistema que proporciona uma ótima exatidão e precisão na análise de elementos químicos em concentrações inferiores a 1 µg L⁻¹ (PASCOS E BARBOSA, 2007). As análises foram processadas em uma Sala Limpa Classe 1000 baseadas no método para análise de água 200.8 Perkin Elmer (PRUSZKOWSKI E BOSNAK, 2012). Esse equipamento foi recentemente adquirido pela Universidade (UFVJM), instalado no Laboratório Multiusuário de Pesquisa, recentemente construído no

Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia da UFVJM, *Campus* do Mucuri. O equipamento é um NexION 300 ICP-MS Instruments Perkin Elmer (USA), sendo o mais novo ICP-MS lançado pela Perkin Elmer no mercado.

Técnica de espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) para determinação de metais.

A técnica de ICP-MS se baseia na formação, separação e posterior contagem de íons formados quando um aerossol do analito, em geral, resultante da nebulização de uma solução, atravessa o plasma de argônio. Nessa técnica multielementar, a sensibilidade para cada elemento é função do seu primeiro potencial de ionização. A separação dos íons de acordo com a sua razão m/z (m é a massa do íon, z a sua carga) ocorre através de campos eletromagnéticos oscilantes em quadropolos ou em setores magnéticos e elétricos, dependendo da instrumentação utilizada. O instrumento usado foi do tipo quadropolo.

Nesse sistema, o feixe de íons, focalizado através de lentes elétricas, é transferido para analisador de massas (quadropolo), que funciona em alto vácuo (10⁻⁵ torr) e consiste, como o nome indica, de quatro barras (polos) paralelas. Nessas quatro barras, é aplicado um potencial de rádio-frequência (RF) e um potencial de corrente contínua (DC), duas a duas. A variação desses potenciais (DC/RF) permite que somente íons com uma determinada razão m/z tenham uma trajetória estável, permitindo-os atravessar o quadropolo e atingir o detector. Para a leitura, 01 (um) ml da amostra foi diluída em 9 ml de ácido nítrico a 2%.

4.5 DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As análises dos parâmetros físico-químicos das amostras foram realizadas no Laboratório de Contaminantes da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. Os testes físico-químicos foram realizados de acordo com o descrito por Macedo (2003).

A determinação da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO), propostas no projeto inicial, foram excluídas das análises em virtude da sua especificidade para avaliação de águas com cargas de

dejetos industriais ou grande aporte de efluentes de esgotos, não sendo características da região analisada.

4.5.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO-pH

Para a determinação do potencial hidrogeniônico, foi utilizado o potenciômetro (peagâmetro) modelo DM-22, fabricado e distribuído pela Digimed.

4.5.2 TURBIDEZ

A determinação da turbidez foi realizada pelo método nefelométrico, utilizando o aparelho turbidímetro modelo HI 98703-11, fabricado e distribuído pela empresa Hanna Brasil. O instrumento destina-se especialmente a medições de qualidade de água, produzindo leituras confiáveis e precisas de valores baixos de turbidez. O instrumento mede a turbidez de uma amostra na faixa de 0.00 a 1000 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Um algoritmo efetivo calcula e converte as leituras em NTU.

4.5.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO-OD

A concentração de oxigênio dissolvido nas amostras foi medida utilizando o equipamento oxímetro portátil de Campo e Laboratório, produzido pela empresa brasileira Digimed, modelo DM-4P, com limites de medição, OD. 0 a 60 mgO₂/l.

4.5.4 CONDUTIVIDADE

A condutividade elétrica de uma solução é um fenômeno acumulativo, sendo resultado da somatória das condutividades dos diferentes íons presentes. A condução da corrente elétrica foi medida utilizando um condutivímetro mCA-150p, distribuído no Brasil pela empresa MS Tecnopon Equipamentos Especiais Ltda.

4.5.5 NITRATO

Para avaliação do conteúdo de nitrogênio de nitratos na água, foi usado o método que aplica a luz ultravioleta seletiva, por ser rápido e de fácil execução. Este método determina o nitrogênio de nitrato em água que contenham baixos conteúdos de matéria orgânica, não sendo recomendado para águas que requerem uma correção significativa na absorbância da matéria orgânica.

A medição da absorção em 220 nm UV permite uma rápida determinação de NO_3^- , utilizando curva de calibração para seguir a lei de Beer até 11 mg/l de N. A matéria orgânica pode absorver em 220 nm UV e 275 nm enquanto o $\text{NO}_3\text{-N}$ absorve em 220 nm UV. Assim, se realiza então uma segunda medição em 275 nm para corrigir o valor de $\text{NO}_3\text{-N}$.

Esta correção empírica relaciona a natureza e concentração da matéria orgânica e pode variar de uma água a outra. O fator de correção para a absorbância da matéria orgânica se estabelece pelo método de adições, em combinação com outro método de análises para o conteúdo de nitratos (NO_3^-).

As amostras foram preparadas e analisadas imediatamente após o preparo. A filtração da amostra foi realizada para remover as possíveis interferências por partículas em suspensão, para isso foram utilizadas membranas filtrantes de 0,45 μm de diâmetro de poro, sendo adicionado 1,0 ml de HCL 1 M em cada amostra para a acidificação, prevenindo interferências de hidróxidos ou carbonatos até 1000 mg/l.

Possíveis interferências no método utilizando a luz ultravioleta seria a matéria orgânica dissolvida, os detergentes, o nitrito e o cromo hexavalente, além de alguns íons inorgânicos como cloritos e cloratos que normalmente não são encontrados em água natural. Esse processo de interferência por substâncias inorgânicas pode ser compensado ou corrigido realizando análises independentes de suas concentrações e preparando curvas de correção individuais.

Foi utilizado como equipamento um espectrofotômetro, instrumento que permite comparar a radiação absorvida ou transmitida por uma solução que contém uma quantidade desconhecida de soluto e uma quantidade conhecida da mesma substância. Foi calibrado para 220 e 275 nm UV, os reagentes foram preparados com água ultrapura garantindo a ausência do nitrato, sendo as amostras submetidas

à espectrofotometria usando uma longitude de onda de 220 nm para obter a leitura de NO₃-N e 275 nm para determinar a interferência pela matéria orgânica dissolvida.

Uma curva de calibração foi construída para absorvância dos nitratos contra a concentração do nitrogênio de nitratos (NO₃--N). Finalmente utilizando a absorvância corrigida da amostra, obteve a concentração diretamente da curva de calibração (Figura 1).

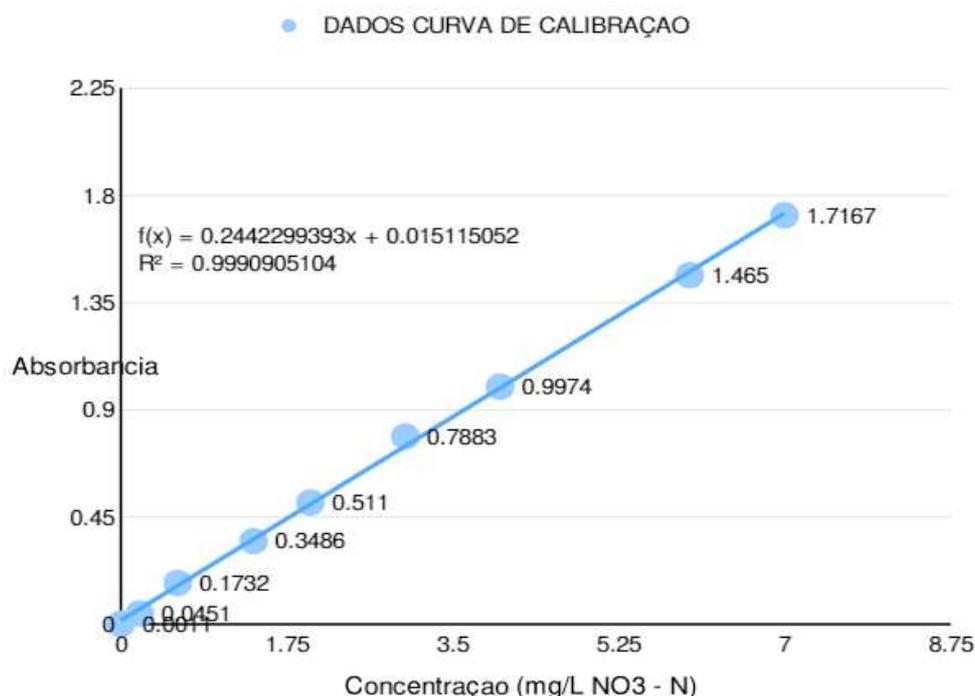


Figura 1: Curva para calibração de absorvância do Nitrato

5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Para análise microbiológica das amostras, foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos para determinação de coliformes totais e termotolerantes conforme estabelecido pelo Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2009). Para determinação de coliformes totais e termotolerantes, foi diluído 01(um) mL de cada amostra em solução salina (0,85% de NaCl), totalizando seis diluições decimais. Para cada diluição, foi retirado 01(um) mL da solução e inoculado no meio de cultura caldo Lauril Triptose Sulfato (LST) contido em tubos de ensaio com tubo de Duhran invertido em seu interior, totalizando três repetições para cada diluição.

Os tubos foram incubados em estufa de incubação e de Cultura a 35° C por 48 horas. Após incubação, aqueles tubos que apresentaram resultado positivo, ou seja, turvação do meio de cultura e formação de gás dentro do tubo de Duhran, foram inoculados em caldo Verde Brilhante (VB) e caldo Escherichia coli (EC), para confirmação de coliformes totais e coliformes termotolerantes, respectivamente. Para tanto, retirou-se uma alíquota de 100 µl (microlitros) de cada tubo considerado positivo, com o auxílio de uma pipeta e inoculou em tubos contendo os meios de cultura acima citados sendo os mesmos incubando a 35° C e 45° C por 48 horas, respectivamente. Após a incubação, verificou-se a formação de gás no interior do tubo de Duhran e turvação do meio de cultura, tomando como positivos os tubos que apresentaram tais características.

A partir do número de tubos com reação negativa e positiva nos caldos VB e EC, e utilizando a tabela do Número Mais Provável, foi determinado o NMP/mL de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, quantificando o número dessas bactérias para cada mililitro de amostra de água.

6 TESTE MUTAGÊNICO (*Allium cepa*):

A capacidade de induzir alterações no material genético (mutagenicidade) é um forte indicativo de toxicidade de uma substância. Produtos químicos que atacam o material genético vão produzir várias alterações, desde mutações pontuais até aberrações cromossômicas e estas últimas são facilmente verificáveis através de técnicas de microscopia. Portanto, uma técnica eficiente para verificar a toxicidade ou a presença de algo tóxico é expor um organismo modelo à substância a ser testada e verificar a ocorrência de alterações no material genético. Assim, optamos pelo teste para detecção de aberrações cromossômicas utilizando células meristemáticas de cebola (*Allium cepa*), de acordo com o protocolo modificado de GRANT (1982).

Nesse processo, foram semeadas 100 (cem) sementes de cebola (*Allium cepa*) para germinação a temperatura de 21° C em placa de petri com papel de filtro. As plântulas obtidas foram divididas em três grupos: teste, controle negativo e controle positivo. As plântulas do grupo teste foram individualmente molhadas com a água proveniente dos diferentes pontos de coleta. Água ultrapura foi utilizada no grupo controle negativo e o sulfato de cobre nas diluições de 10⁻⁶ foi usado para

irrigação no grupo controle positivo. Quando as raízes atingiram 2 cm de comprimento, cerca de 5 dias após o início do experimento, elas foram fixadas em álcool-ácido acético (3:1 v/v) por 24 horas. As raízes fixadas foram coradas com reagente de Schiff e preparadas as lâminas. As regiões meristemáticas foram cobertas com lamínulas e cuidadosamente esmagadas em uma gota de solução de carmim acético 2%. As lamínulas foram fixadas com resina sintética para as análises.

Vários tipos de aberrações cromossômicas podem ser analisados de acordo com os diferentes estágios de divisão celular (prófase, metáfase, anáfase, telófase); nesse estudo, optamos por avaliar o número de mitose, o número de anáfases e, dentro das anáfases, o número de aberrações cromossômicas. São exemplos de alterações que poderão ocorrer: quebras e pontes cromossômicas, perdas cromossômicas, cromossomos retardatários, aderência e multipolaridade, também anormalidades nucleares como presença de núcleos lobados, células polinucleadas e incidência de micronúcleos. Todas essas alterações são facilmente visualizadas e analisadas em microscopia óptica e servirão para confirmar e avaliar os efeitos mutagênicos de possíveis contaminantes presentes na água.

As análises foram feitas em um total de 2000 células por tratamento, sendo 200 células por lâminas, na qual um total de 10 lâminas foram avaliadas. Análises estatísticas foram realizadas seguindo o teste de Kruskal-Wallis com 0,05 de significância.

CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO TESTE PARA ATIVIDADE MUTAGÊNICO (*Allium cepa*):

Considerando as exigências do programa de pós graduação em Saúde Coletiva da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, onde para a defesa deve se cumprir a exigência mínima de dois artigos originais, sendo essa exigência cumprida, e, considerando o encerramento do prazo de afastamento do trabalho para estudos do pesquisador além do processo de contagens no número de alterações celulares avaliadas no teste de atividade mutagênica *Allium cepa* ser por natureza demoradas, optamos por não trabalhar nesta tese, os resultados desta avaliação.

Um artigo compilando as informações desta avaliação e sua associação com as demais variáveis avaliados neste trabalho, será realizada à medida que o processo de contagem celular esteja concluído.

7. COMITÊ DE ÉTICA

O projeto, embora não envolvesse seres humanos, foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Vale do Rio do Sinos-UNISINOS, e aprovado (Apêndice- parecer 129/2015). Lideranças indígenas e o Distrito Especial Indígena Minas Gerais/Espírito Santo (DSEI) também deram sua aprovação.

8. RESULTADOS

Foram mapeados 24 pontos (nove na Aldeia Pradinho/Vila Nova, sete na Aldeia Água Boa, cinco na Aldeia Verde e três na Aldeia Rafael/Cachoeirinha), sendo: quatro poços artesianos, cinco reservatórios, seis pontas de rede, um rio, cinco córregos, duas lagoas e uma nascente (Figura1).

Os poços artesianos possuem profundidade entre 30 e 120 metros, com vazões de 2500 a 8300 l/hora. As conexões e encanamentos são galvanizados, e a água pertence à Classe I (águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado) pela resolução CONAMA 375/2005.

Os cinco reservatórios com 13 unidades de armazenamento são, na maioria, caixas de PVC com capacidade para 15 mil litros e os demais são à base de ferro com capacidade superior a 20 mil litros. Os cinco córregos de água doce nascem, na sua maioria, dentro dos limites das aldeias. Nos períodos de seca, esses córregos podem ser considerados como ambientes lênticos com água praticamente estagnada, enquadrando-se como Classe II (destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional). Porém, em virtude do seu consumo *in natura* em momentos de recreação e atividades de pesca, foram classificados como Classe I, para efeito de avaliação.

O rio de água doce (ambiente lótico) nasce fora das divisas da aldeia e sua classificação também por ser consumida *in natura* foi de Classe I. Esse rio recebe moderada carga de esgoto doméstico proveniente de fazendas e de um povoado (Oropinha), distrito de Santa Helena de Minas/MG, antes de passar pela aldeia.

Quanto à origem da água, 10 pontos (42%) são de águas subterrâneas e 14 (58%) de águas superficiais, sendo na sua maioria poços artesianos ou barragens feitas em nascentes.

8.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS METAIS E SEMI-METAIS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA.

As tabelas abaixo apresentam resultados brutos, a partir das análises propostas na pesquisa. O tratamento de seus resultados será discutido e detalhado individualmente nos artigos.

A Tabela 5 apresenta os resultados do mapeamento e do georreferenciamento feito em campo. Nela, são apresentadas as vinte e quatro fontes oficiais e não oficiais onde a comunidade indígena Maxakali consumia água, além da abreviação dada ao ponto de água, a origem da fonte e as respectivas coordenadas geodésicas.

Tabela 5. Pontos de coletas, abreviações, classificação quanto à origem da água e coordenadas Geodésicas.

Descrição do Ponto	Abreviação	Origem	Latitude	Longitude
Poço de Captação Aldeia Vila Nova	AP1	Subterrânea	16,53,10.7	40,32,38.0
Reservatório Aldeia Vila Nova	AP2	Subterrânea	16,52,36.3	40,33,56.6
Ponta de Rede-Torneira-Posto Vila Nova	AP3	Subterrânea	16,53,04.9	40,32,36.4
Rio Umburana	AP4	Superficial	16,52,51.5	40,32,26.8
Córrego Aldeia João Mineiro	AP5	Superficial	16,53,03.7	40,33,02.4
Córrego Aldeia Maravilha	AP6	Superficial	16,52,28.0	40,34,10.4
Poço de Captação Aldeia Cachoeira	AP7	Subterrânea	16,52,21.7	40,34,16.1
Reservatório Aldeia Cachoeira	AP8	Subterrânea	16,52,04.4	40,34,33.4
Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Maravilha	AP9	Subterrânea	16,52,36.3	40,34,05.2
Fonte de Captação Principal-Riacho	AV1	Superficial	17,37,45.28	41,44,59.74
Reservatório-Filtro Lento	AV2	Superficial	17,37,42.27	41,44,59.17
Poço/Reservatório Posto de Saúde	AV3	Subterrânea	17,37,40.70	41,44,49.85
Ponta de Rede-Torneira-Escola Pinheiro	AV4	Superficial	17,37,42.11	41,44,57.08
Lagoa	AV5	Superficial	17,37,43.29	41,44,48.29
Poço de Captação Aldeia Agua Boa	AB1	Subterrânea	16,53,29.8	40,36,13.4
Reservatório Aldeia Agua Boa	AB2	Subterrânea	16,53,08.7	40,36,14.3
Ponta de Rede-Torneira-Aldeia Pirino	AB3	Subterrânea	16,52,28.7	40,36,16.0
Córrego Aldeia Joao Bidé	AB4	Superficial	16,52,35.1	40,36,16.9
Nascente do Rio Água Boa	AB5	Superficial	16,53,26.58	40,36,54.19
Córrego Agua Boa- Ponte de Cimento	AB6	Superficial	16,53,28.6	40,36,51.9
Ponta de Rede-Nasc. A. Boa-Aldeia Luizinha	AB7	Superficial	16,53,12.0	40,36,52.6
Captação Lagoa	AR1	Superficial	17,56,35.0	41,26,28.6
Reservatório com Filtro Lento	AR2	Superficial	17,56,55.5	41,26,30.7
Ponta de Rede-Torneira Casa de Rosália	AR3	Superficial	17,56,48.12	41,26,54.24

Abreviações: AP-Aldeia Pradinho, AB- Aldeia Água Boa, AV- Aldeia Verde (Ladainha) e AR- Aldeia Rafael (Topázio)

A Tabela 6 apresenta os resultados em valores absolutos para as análises dos metais e semi-metais nas amostras de água avaliada.

Tabela 6 - Metais com concentrações absolutas em micrograma por litro (µg/L), nos três períodos sazonais em vinte e quatro pontos de coletas nas Aldeias Maxakali de janeiro a julho de 2015.

Pontos	Al (Alumínio) VMP Sup:100 Sub: 200			Cr (Cromo) VMP:50			Fe (Ferro) VMP:300			Cu (Cobre) VMP: Sup: 9 Sub: 2000			As (Arsênio) VMP: 10			Se (Selênio) VMP: 10			Sr (Estrôncio) VMP: 1000			Cd (Cádmio) VMP Sup: 1 Sub: 5			Ba (Bário) VMP Sup: 70 Sub: 700			Pb (Chumbo) VMP: 10			Hg (Mercúrio) VMP: Sup: 0,2 Sub: 1	
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª
AP1*	<LOQ	121,05	25,38	<LOQ	39,75	16,01	1088,97↑	<LOQ	10725,24↑	<LOQ	<LOQ	9,19	<LOQ	167,01↑	15,32↑	<LOQ	<LOQ	6,44	286,94	0,19	120,89	<LOQ	<LOQ	5,15↑	50,88	4,23	61,8	<LOQ	<LOQ	11,47↑	<LOQ	2,844↑
AP2*	<LOQ	100,43	12,42	2,72	33,92	10,6	1768,3↑	<LOQ	39	<LOQ	<LOQ	3,4	<LOQ	154,41↑	7,77	<LOQ	<LOQ	5,96	260,79	24,47	84,84	<LOQ	<LOQ	5,09↑	68,91	13,31	36,07	<LOQ	<LOQ	8,43	<LOQ	0,423
AP3*	<LOQ	86,75	11,07	<LOQ	31,69	9,43	1015,51↑	<LOQ	32,59	<LOQ	<LOQ	2,33	<LOQ	146,6↑	8,03	<LOQ	<LOQ	6,34	173,99	22,72	111,53	<LOQ	<LOQ	5,08↑	50,98	11,83	41,99	<LOQ	<LOQ	8,38	<LOQ	17,9↑
AP4**	49206↑	97,4	50,66	56,97↑	30,99	9,5	88664,74↑	<LOQ	959,96↑	37,88↑	<LOQ	3,18	4,84	147,41↑	7,23	<LOQ	<LOQ	5,53	114,26	27,69	25,04	<LOQ	<LOQ	5,09↑	956,59↑	14,6	30,54	52,16↑	<LOQ	8,52	<LOQ	16,57↑
AP5**	9018,45↑	148,57↑	269,22↑	7,93	43,67	9,76	43373,32↑	118,94	2487,27↑	8,57	<LOQ	3,28	<LOQ	178,36↑	7,64	<LOQ	<LOQ	6,32	90,1	2,75	68,98	<LOQ	<LOQ	5,08↑	391,1↑	14,02	67,1	19,38↑	<LOQ	8,61	<LOQ	15,64↑
AP6**	39,46	158,42↑	124,31↑	<LOQ	44,72	12,17	2382,9↑	63,49	245,25	<LOQ	<LOQ	11,04↑	<LOQ	182,11↑	7,49	<LOQ	<LOQ	5,86	11,41	22,29	46,61	<LOQ	<LOQ	5,09↑	18,46	34,31	29,25	<LOQ	<LOQ	8,73	<LOQ	15,24↑
AP7*	<LOQ	113,3	23,71	<LOQ	32,59	9,87	623,11↑	2551,11↑	929,66↑	<LOQ	<LOQ	3,35	<LOQ	138,27↑	7,39	<LOQ	<LOQ	5,54	175,61	22,47	130,8	<LOQ	<LOQ	5,09↑	55,64	48,6	48,48	<LOQ	<LOQ	9,36	<LOQ	14,98↑
AP8*	<LOQ	110,77	63,92	2,03	33,18	11,14	7409,94↑	<LOQ	899,73↑	20,48	<LOQ	10,7	2,02	147,54↑	7,47	<LOQ	<LOQ	6,04	131,25	31,25	166,29	<LOQ	<LOQ	5,09↑	61,35	14,53	56,72	<LOQ	<LOQ	9,05	<LOQ	14,85↑
AP9*	<LOQ	120,03	19	<LOQ	36,61	12,28	2896,71↑	105,04	2097,46↑	<LOQ	<LOQ	12,16	<LOQ	158,87↑	7,5	<LOQ	<LOQ	5,88	169,21	34,44	102,6	<LOQ	<LOQ	5,07↑	139,83	17,02	31,14	<LOQ	<LOQ	8,28	<LOQ	14,61↑
AB1*	<LOQ	136,26	424,29↑	<LOQ	42,1	10,34	1317,48↑	98,17	21849,92↑	<LOQ	<LOQ	9,25	<LOQ	165,32↑	7,44	<LOQ	<LOQ	5,46	11,4	16,21	68,86	<LOQ	<LOQ	5,07↑	19,61	21,81	205,95	<LOQ	<LOQ	12,52↑	<LOQ	14,26↑
AB2*	<LOQ	92,4	171,69	<LOQ	33,53	9,82	1404,2↑	36,66	959,91↑	<LOQ	<LOQ	3,09	<LOQ	157,32↑	7,26	<LOQ	<LOQ	5,48	0,29	13,81	64,81	<LOQ	<LOQ	5,07↑	14,6	36,59	77,44	<LOQ	<LOQ	8,26	<LOQ	14,16↑
AB3*	<LOQ	104,93	142,91	<LOQ	36,86	9,72	1579,88↑	<LOQ	696,48↑	<LOQ	<LOQ	2,7	<LOQ	161,79↑	7,19	<LOQ	<LOQ	5,45	19,33	11,99	66,84	<LOQ	<LOQ	5,07↑	27,13	28,12	82,47	<LOQ	<LOQ	8,16	<LOQ	14↑
AB4**	7238,83↑	86,6	53,25	5,53	31,4	9,6	25078,13↑	<LOQ	107,83	<LOQ	<LOQ	5,52	<LOQ	152,25↑	7,06	<LOQ	<LOQ	5,19	76,97	10,78	21,9	<LOQ	<LOQ	5,07↑	236,6↑	25,02	17,61	0,81	<LOQ	8,24	<LOQ	14,05↑
AB5**	<LOQ	101,25↑	4,51	<LOQ	34,58	9,62	1593,73↑	<LOQ	76,6	<LOQ	<LOQ	6,59	<LOQ	155,26↑	7,03	<LOQ	<LOQ	5,5	64,52	1,4	16,27	<LOQ	<LOQ	5,07↑	74,63↑	13,02	12,94	<LOQ	<LOQ	8,22	<LOQ	14,11↑
AB6**	<LOQ	98,25	46,93	<LOQ	34,61	10,78	3029,34↑	<LOQ	503,41↑	<LOQ	<LOQ	11,44↑	<LOQ	159,32↑	7,05	<LOQ	<LOQ	5,55	69,14	<LOQ	21,98	<LOQ	<LOQ	5,07↑	89,93↑	5,19	22,81	<LOQ	8,66	8,38	<LOQ	13,83↑
AB7**	<LOQ	114,45↑	32,76	<LOQ	39,81	10,96	1763,73↑	<LOQ	323,96↑	<LOQ	<LOQ	13,79↑	<LOQ	166,8↑	7,02	<LOQ	<LOQ	5,53	68,16	<LOQ	21,07	<LOQ	<LOQ	5,08↑	74,87↑	2,91	17,73	<LOQ	<LOQ	8,49	<LOQ	13,69↑
AV1**	<LOQ	100,09↑	146,83↑	<LOQ	32,7	42,29	303,49↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	146,52↑	169,42↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	22,49	28,85	0,98	<LOQ	<LOQ	<LOQ	59,63	8,51	15,66	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AV2**	<LOQ	103,55↑	122,37↑	<LOQ	32,41	34,45	270,12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	143,66↑	145,88↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	24,99	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	64,82	0,97	0,57	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AV3*	<LOQ	133,49	112,7	<LOQ	33,94	33,89	4813,29↑	112,61	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	152,6↑	144,9↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	23,24	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	75,34	4,81	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AV4**	828,39↑	110,64↑	102,69↑	<LOQ	35,47	35,33	7340,97↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	156,16↑	154,86↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	30,28	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	44,92	13,1	12,04	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AV5**	178,92↑	108,32↑	111,26↑	<LOQ	33,49	34,84	13173,51↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	151,65↑	156,34↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	38,08	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	50,64	1,73	-0,54	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AR1**	<LOQ	106,99↑	131,59↑	<LOQ	34,97	35,98	82,19	662,2↑	452,98↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	145,44↑	148,66↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,35	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	37,86	0,65	2,41	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AR2**	48,19	115,52↑	109,99↑	<LOQ	33,59	36,73	13252,56↑	203,05	274,72	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	144,73↑	154,96↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	28,27	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	47,54	7,87	10,41	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
AR3**	25,16	114,2↑	111,69↑	<LOQ	34,84	35,54	12296,57↑	48,67	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	144,25↑	148,11↑	<LOQ	<LOQ	<LOQ	25,45	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	47,12	11,99	11,03	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ

AP1-AP9: pontos de coleta na aldeia Pradinho, AB1-AB7: Aldeia Agua Boa, AV1-AV5- Aldeia Verde, AR1-AR3- Aldeia Rafael; Coletas: 1ª (janeiro/2015), 2ª (Abril/2015) e 3ª (julho/2015). VMP: valor máximo permitido, Portaria 2914/2011, resolução CONAMA: 357/2005 e 396/2008; ↑ Acima do VMP, SUP: águas superficiais, SUB- águas subterrâneas, * pontos de águas subterrâneas, ** pontos de águas superficiais, (LOQ) limite de quantificação.

No contexto geral, as Aldeias Verde e Rafael foram as que apresentaram as menores alterações na dosagem dos metais avaliados. Todos os elementos avaliados estiveram com seus valores alterados em algum momento do estudo na Aldeia Pradinho. Resultados semelhantes foram encontrados na Aldeia Água Boa, onde oito dos 9 elementos avaliados se mostraram em desacordo com os padrões estabelecidos para o consumo humano (Tabela 7).

Tabela 07: Número e percentual de análises de metais e semi-metais com dosagem acima do permitido ao consumo nas Aldeias Maxakali.

Metais	Aldeias							
	Pradinho		Água Boa		Verde		Rafael	
	(a/C) (%)	Min/Max	(a/C) (%)	Min/Max	(a/C) (%)	Min/Max	(a/C) (%)	Min/Max
Al	06/27 (22)	124,3/49206	04/21 (19)	101,2/7238,8	10/15 (67)	100,9/828,3	06/09 (67)	106,9/131,59
As	10/27 (37)	15,3 /182,1	07/21 (33)	152,2/166,8	10/15 (67)	143,6/169,4	06/09 (67)	144,2/154,9
Ba	02/27 (7,4)	4,23/956,5	04/21 (19)	2,9/236,6	-	<LQO	-	<LQO
Cd	09/27 (33)	5,07/5,15	07/21 (33)	5,07/5,08	-	<LQO	-	<LQO
Cr	01/27 (3,7)	56,9	-	<LQO	-	<LQO	-	<LQO
Cu	02/27 (7,4)	11,04/37,8	02/21 (9,5)	11,4/13,7	-	<LQO	-	<LQO
Fe	16/27 (59)	623,1/88664,7	12/21 (57)	323,9/25078,1	04/15 (27)	303,4/13173,5	04/09 (44)	452,9/13252,5
Hg	08/18 (44)	2,8/17,9	07/14 (50)	13,6/14,26	-	<LQO	-	<LQO
Pb	03/27 (11)	11,4/52,1	01/21 (4,7)	12,5	-	<LQO	-	<LQO

Al-Alumínio, As-Arsênio, Ba-Bário, Cd-Cádmio, Cu-Cobre, Cr-Cromo, Fe-Ferro, Hg-Mercúrio, Pb-Chumbo, a- número de análises alteradas, C- número de coletas realizadas, (-) sem amostras alteradas, <LQO inferior ao limite de quantificação, Min- valor mínimo observado em relação ao Valor máximo permitido, Max- valor máximo observado em relação ao Valor máximo permitido.

Quando individualizado, o alumínio apresentou valores acima do máximo permitido em quatorze dos 24 pontos avaliados. No período seco, sua concentração mínima identificada foi de 25,16 microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$) e sua concentração máxima de 49.206 ($\mu\text{g/L}$) no ponto AP4 na Aldeia Pradinho, o que representa um aumento de mais de 200 vezes em relação ao VMP (100 $\mu\text{g/L}$ para águas superficiais e 200 $\mu\text{g/L}$ para águas subterrâneas).

Na Aldeia Pradinho (AP), a alteração foi identificada nos pontos AP4, AP5 e AP6. Na Aldeia Água Boa (AB), essa alteração foi nos pontos, AB1, AB4, AB5 e AB7, com destaque em relação ao valor encontrado no ponto AB4 no período seco (7238,83 $\mu\text{g/L}$). Na Aldeia Verde (AV), as alterações foram em quatro dos cinco pontos avaliados, com pouca variação frente à sazonalidade. Os pontos AV1, AV2, AV4 e AV5 apresentaram concentrações superiores ao limite preconizado, embora, na maioria deles, esses valores estivessem muito próximos ao limite aceitável. Na

Aldeia Rafael (AR), essa alteração esteve presente em todos os momentos dos períodos intermediário e chuvoso, não sendo identificada no período seco (Tabela 8).

O cromo, em relação aos demais elementos com valores acima do VMP, foi o que apresentou menor percentual de alteração. Detectado com valores acima dos preconizados apenas no período de seca, em um único ponto (AP4), na Aldeia Pradinho (Tabela 8). Seu valor (56,97 µg/L) foi de, aproximadamente, 14% acima do valor aceitável ao consumo (50 µg/L).

Quanto às concentrações do ferro, no período seco foram observados valores (88664,74 µg/L), sendo 295 vezes superior ao permitido (300 µg/L). Dos 24 pontos avaliados, 23 estiveram com os valores acima do VMP (Tabela 8). No período intermediário em relação à sazonalidade, foi o momento em que seus níveis se mantiveram dentro da faixa aceitável, aparecendo em apenas 8% das amostras com valores acima do VMP. No período seco, observaram-se as maiores alterações, tanto em relação ao número de amostras alteradas (91,6%) quanto em relação a seus valores máximos observados.

O cobre teve seus valores alterados (acima de 9 µg/L para águas superficiais e 2000 µg/L para subterrâneas) em quatro dos 24 pontos analisados. Essas alterações foram identificadas apenas nas Aldeias Pradinho e Água Boa (Tabela 8) e em águas superficiais (Tabela 9). Essas aldeias são geograficamente próximas, compartilhando as mesmas condições climáticas e geológicas.

Quanto ao arsênio, todos os pontos de coletas apresentaram alterações em relação aos VMP (10 µg/L) no período intermediário. No período chuvoso, essa alteração foi menor, 37,5% das amostras, observada em duas aldeias (Aldeia Verde e Rafael). No período de seca, o arsênio esteve dentro dos limites preconizados. Quanto à concentração, os maiores e menores valores foram observados no período intermediário, sendo o mínimo 13 vezes e o máximo de 18 vezes superior ao VMP. O bário apresentou concentrações alteradas (acima de 70 µg/L para águas superficiais e 700 µg/L para águas subterrâneas) em seis dos 24 pontos, sendo dois na Aldeia Pradinho (AP4 e AP5) e quatro na Aldeia Água Boa (AB4-AB7), em amostras de águas superficiais (Tabela 10), com predominâncias no período seco.

As concentrações de cádmio apresentaram-se alteradas, com valores próximos ao VMP, em todos os pontos da Aldeia Pradinho e Água Boa no período

chuvoso. Os valores ficaram dentro dos limites (1 µg/L para águas superficiais e 5 µg/L para águas subterrâneas) nos períodos seco e intermediário (Tabela 8).

Quanto ao chumbo, as alterações foram percebidas em quatro dos 24 pontos, com destaque para a Aldeia Pradinho que concentrou 75% de amostras alteradas (Tabela 8). O período seco se destacou por ter o maior valor encontrado (52,16 µg/L), sendo superior a cinco vezes acima do permitido (10 µg/L). No período intermediário, os valores de chumbo estiveram dentro dos limites permitidos pela legislação, enquanto no período chuvoso essa alteração em relação ao VMP foi identificada nos pontos AP1 e AB1.

Tabela 8: Número de coletas e metais com dosagem acima do permitido ao consumo nas Aldeias Maxakali, de acordo com sazonalidade, em cada ponto de coleta.

Aldeias	Pontos	Metais									Total de metais com alteração em cada ponto (N-9)
		Al*	As*	Ba*	Cd*	Cu*	Cr*	Fe*	Hg**	Pb*	
Pradinho	AP1	-	2(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	1(C)	5
	AP2	-	1(I)	-	1(C)	-	-	1(S)	-	-	3
	AP3	-	1(I)	-	1(C)	-	-	1(S)	1(C)	-	3
	AP4	1(S)	1(I)	1(S)	1(C)	1(S)	1(S)	2(S/C)	1(C)	1(S)	9
	AP5	3(S/I/C)	1(I)	1(S)	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	1(S)	7
	AP6	2(I/C)	1(I)	-	1(C)	1(C)	-	1(S)	1(C)	-	6
	AP7	-	1(I)	-	1(C)	-	-	3(S/I/C)	1(C)	-	4
	AP8	-	1(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	-	4
	AP9	-	1(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	-	4
Água Boa	AB1	1(C)	1(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	1(C)	6
	AB2	-	1(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	-	4
	AB3	-	1(I)	-	1(C)	-	-	2(S/C)	1(C)	-	4
	AB4	1(S)	1(I)	1(S)	1(C)	-	-	1(S)	1(C)	-	6
	AB5	1(I)	1(I)	1(S)	1(C)	-	-	1(S)	1(C)	-	6
	AB6	-	1(I)	1(S)	1(C)	1(C)	-	2(S/C)	1(C)	-	7
	AB7	1(I)	1(I)	1(S)	1(C)	1(C)	-	2(S/C)	1(C)	-	7
Verde	AV1	2(I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	3
	AV2	2(I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	-	-	-	2
	AV3	-	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	2
	AV4	3(S/I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	3
	AV5	3(S/I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	3
Rafael	AR1	2(I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	2(I/C)	-	-	3
	AR2	2(I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	3
	AR3	2(I/C)	2(I/C)	-	-	-	-	1(S)	-	-	3
Total de medidas alteradas para cada metal (N 72)		26	33	06	16	04	01	36	15	04	

Al-Alumínio, As-Arsênio, Ba-Bário, Cd-Cádmio, Cu-Cobre, Cr-Cromo, Fe-Ferro, Hg-Mercúrio, Pb-Chumbo / * Coleta realizada em triplicata/ ** Coleta realizada em duplicata. S-período de seca; I-período intermediário; C-período de chuvas, (-) Inferior ao limite máximo permitido ou ao limite de detecção de quantificação.

O mercúrio apresentou concentrações alteradas (acima de 0,2 µg/L para águas superficiais e 1 µg/L para águas subterrâneas) em quinze dos 24 pontos

avaliados no período chuvoso, identificado nas Aldeias Pradinho e Água Boa. Não houve avaliação desse elemento no período seco em virtude da ausência de calibração para esse elemento durante o processamento da amostra.

A análise dos metais foi diferente quando considerada a sazonalidade. No período seco, seis (54,5%) dos 11 elementos estudados tiveram alterações nas suas concentrações em relação ao VMP. No período chuvoso, foi identificada alteração ainda maior, com sete (63,6%) dos elementos acima do VMP. O menor percentual de alteração aconteceu no período intermediário com três (27,2%) de alteração.

As maiores alterações em relação à sazonalidade foram evidentes para o arsênio no período intermediário, para o ferro no período seco e para o cádmio no período chuvoso. O cromo e o bário apresentaram concentrações acima das permitidas apenas no período seco e o mercúrio e o cádmio apenas no período chuvoso. O alumínio foi detectado em altas concentrações em todos os períodos da coleta, entretanto, no período seco, seu percentual de alteração foi menor. O contrário foi observado para o ferro, que apresentou no período de seca um maior percentual de detecção (Tabela 9).

Na aldeia Pradinho, os pontos AP4, AP5 e AP6 foram os que apresentaram as maiores alterações. O rio Umurana (AP4) teve seu momento mais crítico no período seco e apresentou uma menor concentração dos metais analisados no período intermediário (Tabela 8).

Tabela 9: Número e porcentagem de amostras com concentração de metais acima do permitido ao consumo por período sazonal nas Aldeias Maxakali

Metais	Seco		Intermediário		Chuvoso	
	n (%)	Min/Max	n (%)	Min/Max	n (%)	Min/Max
Alumínio	5 (21)	178,9/49206	11 (46)	100,09/158,4	10 (42)	102,6/424,2
Arsênio	-	-	24 (100)	143,6/182,1	9 (37,5)	15,3/169,4
Bário	6 (25)	14,6/956,5	-	-	-	-
Cádmio	-	-	-	-	16 (67)	5,07/5,15
Chumbo	2 (8)	19,3/52,1	-	-	2 (8)	11,4/12,5
Cobre	1 (4)	37,88	-	-	3 (12)	11,04/13,7
Cromo	1 (4)	56,9	-	-	-	-
Ferro	22 (22)	303,4/88664,7	2 (8)	662,2/2551,1	12 (50)	323,9/21849,9
Mercúrio*	-	-	-	-	15 (62)	2,8/17,9

n- Número de amostras alteradas, , Min- valor mínimo observado em relação ao Valor máximo permitido, Max- valor máximo observado em relação ao Valor máximo permitido, (-) Inferior ao limite máximo permitido ou ao limite de quantificação,* Não avaliado no período seco.

Na Aldeia Água Boa, os pontos mais comprometidos foram os AB6 e AB7 no período chuvoso (Tabela 8). O ponto AV3 (poço artesiano/reservatório posto de

saúde) na Aldeia Verde foi o que teve melhor avaliação em relação à quantificação dos metais, não necessariamente em relação à toxicidade do metal avaliado (Tabela 8).

Quando observadas as concentrações em relação aos VMPs quanto à origem da água (superficial ou subterrânea), o bário, o cromo e o cobre estiveram aumentadas apenas em águas superficiais. O ferro, arsênio, cádmio e o mercúrio apresentaram concentrações alteradas tanto em águas superficiais quanto subterrâneas. O alumínio foi encontrado em concentrações acima das permitidas em 100% das fontes superficiais e em 25% das fontes subterrâneas. As quatro alterações observadas para o chumbo foram iguais em águas superficiais e subterrâneas. Quando comparadas as médias das concentrações dos metais em águas superficiais e subterrâneas, observou-se que o alumínio, bário, arsênio e chumbo apresentaram concentrações significativamente maiores nas fontes de águas superficiais, enquanto as concentrações do cádmio e do mercúrio foram significativamente maiores em fontes de águas subterrâneas (Tabela 10).

Tabela 10: Média de valores encontrados na análise dos metais em µg/L, por origem da fonte da água nas aldeias Maxakali.

Metal	Origem da fonte				Min/Max	Valor Máximo Permitido (µg/L)			P-Valor
	Sup	Desvio padrão	Sub	Desvio padrão		Sup	Sup/Sub	Sub	
Al	1642,96	4376,3	49,92	41,38	-15,2/16451	100	-	200	0,045*
Cr	20,27	5,08	15,30	2,79	12,05/32,49	-	50	-	0,117
Fe	5156,28	8250,5	2139,8	2253,2	-27,7/29803	-	300	-	0,062
Cu	-10,48	7,55	-7,43	5,37	-17,3/6,91	9	-	2000	0,067
As	78,07	22,75	58,46	14,39	47,95/104,51	-	10	-	<0,001*
Cd	-0,6181	0,974	0,3340	0,763	-1,56/1,10	1	-	5	0,006*
Ba	61,86	87,31	46,91	15,70	13,64/333,91	70	-	700	0,037*
Pb	1,56	6,26	0,9430	1,33	-2,47/19,95	-	10	-	0,028*
Hg	-12,99	9,63	-6,83	6,17	-22,43/-2,11	0,2	-	1	<0,001*

Al (Alumínio), Cr (Cromo), Fe (Ferro), Cu (Cobre), As (Arsênio), Cd (Cádmio), Ba (Bário), Pb (Chumbo) e Hg (Mercúrio). Sup: água de fontes superficiais, Sub: águas de fontes subterrâneas. Min- valor mínimo observado, Max- valor máximo observado, *Significância estatística para P-valor >95%. Valor máximo permitido em relação as portarias do Ministério da Saúde 2914/2011, CONAMA 357 e 396.

8.2 RESULTADOS DAS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS NAS AMOSTRAS DE ÁGUA.

A tabela 11 apresenta os resultados nas análises físico-químicas e microbiológicas nas amostras de água nos três períodos avaliados.

Tabela 11: Valores absolutos para as análises físico-químicas e microbiológicas em cada ponto de coleta nas Aldeias Maxakali.

Pontos de coletas	Colif Totais (VB ^a)			Col. Termotolerantes (EC _b)			Ph			O ₂ D (mg/L)			Turbidez (NTU)			Condutividade (µS)			Temperatura			Nitrato mg/l		
	VMP: Ausência em 100 ml			VMP: Ausência em 100 ml			VMP: 6-9			VMP: > 6 mg/l			VMP: <40 NTU			VMP <100 µS			<40 °C			VMP <10		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
AP1*	3,6	200	0	3,6	4600	0	7,15	6,92	7,16	8,81	5,39↓	1,33↓	6,36	44,5↑	318↑	767↑	649↑	606↑	29,6	24,9	24,9	1,24	0,274	0,3031
AP2*	23	0	0	9,2	0	9,2	7	6,52	6,67	6,14	4,18↓	4,21↓	19,4	2,07	1,5	656↑	638↑	569↑	25,3	26,3	23	0,97	0,229	0,1401
AP3*	430	0	0	430	0	210	7,85	6,76	6,7	13,03	4,84↓	6,63	2,18	1,98	2,19	730↑	654↑	581↑	28,2	26,3	24,3	1,22	0,2347	0,1233
AP4**	210	93	3,6	2400	150	23	8,08	6,31	6,76	5,17↓	3,5↓	7,63	15,2	5,85	5,85	53,2	76,3	62,3	28,7	23,6	21,6	0,53	0,5783	0,4927
AP5**	430	4600	11	150	11000	1100	7,3	6,53	6,88	7,29	2,38↓	0,88↓	1000↑	27	41,4↑	499,5↑	602↑	400,9↑	27,9	25,9	22,6	2,73	1,4751	1,057
AP6**	740	>11000	43	300	>11000	460	7,39	6,53	7,22	1,31↓	0,52↓	1,95↓	HI↑	63,7↑	10,6	361,4↑	477,8↑	230,7↑	29,9	24,3	21,3	2,9	2,1819	1,0156
AP7*	0	110	0	0	>11000	0	7,42	6,99	7,23	4,15↓	5,06↓	2,2↓	5,46	4,9	80↑	478,1↑	456,7↑	423,5↑	25,5	24,9	24,6	1,08	0,0975	0,1651
AP8*	0	3,6	0	0	9,2	0	7,28	6,88	7,13	4,06↓	5,41↓	5,72↓	11,7	37,5	9,44	498,5↑	445↑	408,3↑	27,6	24,8	23	0,99	0,2531	0,086
AP9*	0	0	0	0	3,6	0	7,42	6,85	7,28	6,23	5,08↓	6,4	1,88	2,42	49,3↑	493,7↑	455,7↑	414,2↑	29,5	26,9	24,9	0,75	0,1409	0,2355
AB1*	9,2	9,2	0	23	23	0	7,09	6,22	6,89	16,18	1,43↓	2,11↓	18	3,75	215↑	221,8↑	210,4↑	191,4↑	28,9	24,3	24	0,4	0,2089	0,833
AB2*	23	9,2	0	9,2	23	23	7,26	6,46	6,89	20,99	4,43↓	1,51↓	21,7	41,3↑	31,6	240,5↑	214,2↑	191,6↑	27,2	24,5	23,5	3,98	0,5037	0,3051
AB3*	7,4	23	0	7,4	23	0	7,32	6,4	7,06	12,77	4,86↓	0,91↓	17,7	42,9↑	17,1	249,4↑	206,6↑	189,6↑	32	25,3	23,4	12,55↑	0,6184	0,3592
AB4**	740	150	3,6	74	93	460	7,63	6,09	7,08	21,58	1,89↓	2,87↓	373↑	7,87	8,36	437,7↑	144,3↑	150,5↑	32,5	24	22,1	160,71↑	0,6434	0,6536
AB5**	29	23	23	3,6	460	93	7,98	6,3	7,01	12,38	4,4↓	6,5	13,4	4,29	3,69	52,5	55,7	44,9	23,1	22,2	20,3	0,9	0,1823	0,5123
AB6**	430	150	0	74	1100	43	8,13	6,14	6,95	8,34	4,13↓	4,88↓	7,58	8,92	3,82	32,8	34,3	30,3	25	22,6	20	0,04	0,2965	0,3186
AB7**	23	23	3,6	9,2	23	93	7,9	6,46	7,02	9,4	5,53↓	7,37	9,17	5,62	4,61	59,8	52,6	46,6	31,2	24,8	22,4	0,01	0,2089	0,1368
AV1**	150	43	23	9,2	15	430	6,44	6,19	8,21	8,11	6,77	5,71↓	20,9	2,2	1,35	46,3	19	22,1	33,2	26,6	18,9	0,81	0,4349	11,83↑
AV2**	430	0	0	3,6	0	430	6,58	5,83↓	8,18	6,09	3,2↓	5,44↓	19,7	2,53	1,47	60,9	18,7	29,7	30,4	25	19,7	1,63	0,3563	10,2↑
AV3*	0	0	23	0	0	0	6,21	5,53↓	8,18	14,55	5,13↓	6,6	2,22	1,31	3,38	61,5	38,3	51,6	26,8	25,5	20,5	0,28	0,5349	5,2
AV4**	23	3,6	0	150	3,6	93	6,2	6	8,34	9,82	5,17↓	4,84↓	17,9	3,06	1,45	42,7	20,8	18,6	31,9	28,3	23,6	1,05	0,3133	14,48↑
AV5**	930	240	0	150	9,2	290	6,56	6,29	8,31	8,65	3,16↓	2,4↓	49↑	22,2	16,6	1056↑	94,1	68,8	31	28,7	21,2	0,5	0,412	7,67
AR1**	3,6	15	3,6	0	240	93	6,78	6,53	7,35	7,43	3,9↓	3,33↓	16,9	17,2	9,56	54,5	40,6	30,9	27,7	25,6	21,9	0,39	0,2928	4,61
AR2**	3,6	9,2	0	0	23	23	7,08	5,89↓	7,31	10,4	1,82↓	4,46↓	2,78	22,6	2,17	52,9	33,7	33,3	26,5	25,9	24	0,06	0,2269	3,92
AR3**	3,6	9,2	0	0	21	23	7,47	6,3	7,32	14,4	5,7↓	5,43↓	2,16	1,41	2,38	49,9	43	30,1	28,5	27,7	22,5	1,2	0,4955	3,25

AP1-AP9 Aldeia Pradinho, AV1-AV5 Aldeia Verde, AB1-AB7- Aldeia Agua Boa, AR1-AR3- Aldeia Rafael, Coletas: 1^a (seco), 2^a(intermediário) e 3^a (chuvoso), a- VB- meio de cultura em caldo Verde Brillhante, b- EC- meio de cultura caldo Escherichia Coli, VMP: valor máximo permitido, resolução CONAMA: 357/2005 e 396/2008, ↑ Acima do VMP, ↓ Abaixo do VMP, * pontos de águas subterrâneas, ** pontos de águas superficiais; Ph-Potencial de Hidrogênio, O₂D-oxigênio dissolvido; NTU-unidade de turbidez nefelométrica, HI-acima da capacidade de leitura do equipamento.

As aldeias com maior comprometimento em relação aos itens avaliados foram a Aldeia Verde (100%), seguidas da Aldeia Água Boa (85,7%) e Pradinho (71,4%). Com menor percentual de alteração encontramos a Aldeia Rafael (57,1%). O pH foi o item avaliado com menor percentual de alteração. O oxigênio dissolvido, os coliformes totais e termotolerantes estiveram alterados em todas as aldeias com percentuais superiores a 50% das amostras. A turbidez e a condutividade tiveram alterações identificadas em três das quatro aldeias participantes e o nitrato em duas (Tabela 12).

Tabela 12: Percentual de alterações físico-químicas e microbiológicas por Aldeia

Itens analisados	Aldeias							
	Pradinho (n/N)	(%)	Água Boa (n/N)	(%)	Verde (n/N)	(%)	Rafael (n/N)	(%)
PH*	-	-	-	-	02/15	13	01/09	11
Oxigênio**	19/27	70	12/21	57	08/15	53	06/09	67
Turbidez	08/27	30	04/21	19	01/15	7	-	-
Condutividade	24/27	89	12/21	57	01/15	7	-	-
Nitrato	-	-	02/21	9,5	02/15	13	-	-
Colif. Totais^a	15/27	55,5	17/21	81	09/15	60	07/09	78
Colif. Termot^b	18/27	67	19/21	90	11/15	73	06/09	67

*-Potencial de Hidrogênio, **-Oxigênio dissolvido, a- coliformes totais, b- coliformes termotolerantes, n- número de amostras alteradas, N- número de coletas realizadas, (-) Inferior ao limite máximo permitido.

O pH apresentou-se discretamente alterado para o limite inferior em relação à legislação brasileira (6,0 - 9,0) em dois pontos da Aldeia Verde (AV2 e AV3) e em um ponto da Aldeia Rafael (AR2). Essa alteração ocorreu apenas no período intermediário em relação ao clima (Tabela 13).

Foram considerados como valores impróprios ao permitido para o oxigênio dissolvido, aqueles na faixa inferior a 6 mg/L. Nas 72 (100%) análises para esse parâmetro, 45 (62,5%) mostraram-se alteradas. Os valores mínimos (0,52 mg/L), (0,88 mg/L), e (0,91 mg/L), foram observados em dois pontos da Aldeia Pradinho (AP5 e AP6) e em um ponto na Aldeia Água Boa (AB3). O período intermediário foi o mais crítico, com 95,8% de amostras alteradas (Tabela 13).

As resoluções do CONAMA 357/2005 e 396/2008 estabelece o limite inferior a 40 NTU (unidade de turbidez nefelométrica) na turbidez como padrão para águas de classe I (águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado). Nas medições realizadas, este item mostrou-se alterado em 19,4% das amostras, embora em 42,8% delas, as medidas mostraram valor entre 40 e 50 NTU. Dois locais da Aldeia Pradinho apresentaram valores elevados, chegando a ser superior ao limite de detecção do equipamento no ponto AP6, e sendo observado o

valor de 1000 NTU no ponto AP5. Essas alterações foram encontradas no período seco.

A condutividade tem como valor máximo permitido (VMP) para água classe I, valor inferior a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens por centímetro). Na Aldeia Verde, no ponto AV5, foi observada a maior alteração no período seco (1056 μS). No período intermediário a maior alteração no valor da condutividade foi observada na Aldeia Pradinho (654 μS), no ponto AP3, enquanto que no período chuvoso, essa maior alteração foi observada na mesma aldeia, no ponto AP1 (606 μS). Na Aldeia Pradinho apenas o ponto AP4 apresentou condutividade da água dentro dos padrões de normalidade. Na Aldeia Água Boa, as alterações estiveram presentes nos três momentos sazonais nos pontos AB1 a AB4. Na Aldeia Rafael não foram encontradas alterações para a condutividade. Na Aldeia Pradinho, 8 dos nove pontos estiveram alterados nos três períodos das coletas (seco, intermediário e chuvoso) (Tabela 13).

O Nitrato tem valor preconizado como inferior a 10 mg/L para águas de classe I. Foram encontradas duas alterações para esse elemento no período seco na Aldeia Água Boa (AB3 e AB4) uma delas sendo o maior valor em todas as análises (160,71 mg/L). No período chuvoso foi observado três alterações na Aldeia Verde (AV1, AV2 e AV4). Exceto no ponto AB4, todos os demais valores encontrados nas amostras foram inferiores a 15 mg/L (Tabela 13).

Quanto à avaliação para os coliformes totais e os termotolerantes, todos os pontos apresentaram alterações em algum momento do estudo (Tabela 13).

Tabela 13: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos com dosagem alterada, de acordo com sazonalidade, em cada ponto de coleta.

Aldeias	Pontos	pH*	Oxigênio* *	Turb. ^a	Cond. ^b	Nitrato	Colif. Totais ^c	Colif. Termot ^d	Total de alterações por item analisado em cada ponto N-21
Pradinho	AP1	-	2(I/C)	2(I/C)	3(S/I/C)	-	2(S/I)	2(S/I)	11
	AP2	-	2(I/C)	-	3(S/I/C)	-	1(S)	2(S/C)	8
	AP3	-	1(I)	-	3(S/I/C)	-	1(S)	2(S/C)	7
	AP4	-	2(S/I)	-	-	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	8
	AP5	-	2(I/C)	2(S/C)	3(S/I/C)	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	13
	AP6	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	3(S/I/C)	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	15
	AP7	-	3(S/I/C)	1(C)	3(S/I/C)	-	1(S)	1(I)	9
	AP8	-	3(S/I/C)	-	3(S/I/C)	-	1(I)	1(I)	8
	AP9	-	1(I)	1(C)	3(S/I/C)	-	-	1(I)	6
Água Boa	AB1	-	2(I/C)	1(C)	3(S/I/C)	-	2(S/I)	2(S/I)	10
	AB2	-	2(I/C)	1(I)	3(S/I/C)	-	2(S/I)	3(S/I/C)	11
	AB3	-	2(I/C)	1(I)	3(S/I/C)	1(S)	2(S/I)	2(S/I)	11
	AB4	-	2(I/C)	1(S)	3(S/I/C)	1(S)	3(S/I/C)	3(S/I/C)	13
	AB5	-	1(I)	-	-	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	7
	AB6	-	2(I/C)	-	-	-	2(S/I)	3(S/I/C)	7
	AB7	-	1(I)	-	-	-	3(S/I/C)	3(S/I/C)	7
Verde	AV1	-	1(C)	-	-	1(C)	3(S/I/C)	3(S/I/C)	8
	AV2	1(I)	2(I/C)	-	-	-	1(S)	2(S/C)	6
	AV3	1(I)	1(I)	-	-	-	1(C)	-	3
	AV4	-	2(I/C)	-	-	1(C)	2(S/I)	3(S/I/C)	8
	AV5	-	2(I/C)	1(S)	1(S)	-	2(S/I)	3(S/I/C)	9
Rafael	AR1	-	2(I/C)	-	-	-	3(S/I/C)	2(I/C)	7
	AR2	1(I)	2(I/C)	-	-	-	2(S/I)	2(I/C)	7
	AR3	-	2(I/C)	-	-	-	2(S/I)	2(I/C)	6
Total de pontos com medida alterada para cada item analisado (N-72)		3	45	14	37	4	48	54	

*-Potencial de Hidrogênio, **-Oxigênio dissolvido, a-Turbidez, b-Conductividade, c- coliformes totais, d- coliformes termotolerantes, S-período de seca; I-período intermediário; C-período de chuvas, (-) Inferior ao limite máximo permitido.

Em relação a sazonalidade, todos os períodos analisados mantiveram o mesmo percentual de alteração em relação aos itens avaliados. Dos sete itens, 06 estiveram alterados independente do momento em que foi coletado, com exceção do pH que só demonstrou alteração no período intermediário. O oxigênio dissolvido com 95,6% de seus valores abaixo do permitido, foi o item avaliado que apresentou o maior número de alteração em relação ao período sazonal (vinte e três das 24 amostras alteradas). Para a condutividade a turbidez e o nitrato, o percentual de amostras alteradas foi aproximadamente o mesmo nos três períodos avaliados (Tabela 14).

Na avaliação microbiológica para os coliformes, foram encontradas alterações em todos os períodos avaliados, entretanto para os coliformes totais, o período chuvoso teve um percentual inferior a 50% de amostras alteradas. As demais medidas tanto para os coliformes totais quanto para os termotolerantes

apresentaram um percentual de amostras alteradas superiores a 70%, chegando a 83,3% no período intermediário para os coliformes termotolerantes (Tabela 14).

Tabela 14: Percentual de alteração físico-química e microbiológica por período sazonal.

Itens avaliados	Seco			Intermediário			Chuvoso		
	Amostras alteradas N 24	%	Máx/Min	Amostras alteradas N 24	%	Máx/Min	Amostras alteradas N 24	%	Máx/Min
pH VMP 6-9	-	-	8,13/6,2	3	12,5	6,99/5,53	-	-	8,21/6,7
Oxigênio* VMP > 6 mg/l	4	16,6	21,58/1,31	23	95,8	6,77/0,52	18	75	7,63/0,88
Turbidez VMP < 40 NTU	4	16,6	>1000/1,88	4	16,6	63,7/1,31	5	20,8	318/1,35
Condutividade VMP < 100 µS	13	54,1	767/32,8	12	50	649/18,7	12	50	606/18,6
Nitrato VMP < 10 mg/l	2	8,3	160,7/0,01	-	-	2,18/0,09	3	12,5	14,48/0,08
Col.Totais^a VMP: ausência em 100 ml	20	83,3	930/0	19	79,1	>11000/0	9	37,5	43/0
Col.Ter^b VMP: ausência em 100 ml	17	70,8	2400/0	20	83,3	>11000/0	17	70,8	1100/0

pH- Potencial de Hidrogênio, *-Oxigênio dissolvido, a- Coliformes totais, b- Coliformes termotolerantes, (-) amostras sem alteração. VMP- Valor máximo permitido em relação as portarias do Ministério da Saúde 2914/2011, CONAMA 357 e 396. Máx – valor máximo encontrado nas análises, Min- Valor mínimo encontrado nas análises.

Quando observada a alteração nos valores máximos permitidos em relação à origem da água (superficial ou subterrânea), as variações no pH e na turbidez foram significativamente maior em águas superficiais (Tabela 15), embora o valor médio para o pH esteja dentro das faixas consideradas aceitáveis pelas portarias que regulamentam a qualidade da água na legislação brasileira.

Tabela 15: Média de valores encontrados nas variáveis físico-químicas e microbiológicas, por origem da fonte da água nas aldeias Maxakali.

Variável	VMP	Superficial		Subterrânea		P-valor
		Media	Dp	Media	Dp	
pH	6-9	6,97	0,11	6,95	0,20	0,007*
O₂	> 6 mg/l	5,86	2,02	6,34	1,75	0,795
Turbidez	<40 NTU	68,01	126,77	33,89	38,29	0,029*
Condutividade de	<100 µS	69,44	96,15	253,43	137,98	0,078
Nitrato	<10 µg/L	6,55	13,89	1,14	1,30	0,117
Col_termot (E.Coli)	Ausência em 100 ml	146,21	223,77	177,72	480,85	0,279

pH- Potencial de Hidrogênio, O₂ - Oxigênio dissolvido, Col_Termot- Coliformes Termotolerantes; *Significância estatística para P-valor >95%. VMP-Valor máximo permitido em relação as portarias do Ministério da Saúde 2914/2011, CONAMA 357 e 396.

A condutividade e o nitrato apresentaram maior número de alterações em águas de origem superficiais. O oxigênio dissolvido, os coliformes totais e termotolerantes apresentaram concentrações alteradas tanto em águas superficiais quanto em subterrâneas (sem significância estatística quando comparado pela média dos valores). Embora todas as fontes apresentassem contaminação por coliformes termotolerantes, destaca-se entre os resultados, o percentual de 100% de contaminação para as fontes de origem subterrâneas com seu valor médio sendo superior a fontes superficiais (Tabela 15).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso a água potável, com níveis seguros que permitam o seu consumo, é uma realidade ainda distante nas áreas rurais e em regiões periurbanas carentes. O povo Maxakali é a segunda maior população indígena aldeada no Estado de Minas Gerais, com aproximadamente 2020 indivíduos, se deslocando entre aldeias caracterizadas pela ausência de tratamento de água e, pelo consumo *in natura* nas fontes.

As concentrações de metais e semi-metais (alumínio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro e mercúrio) foram medidas, sendo consideradas alteradas, quando acima dos VMPs aceitáveis, para águas superficiais e subterrâneas, considerando a portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e as resoluções CONAMA Nº 357 de 2005 e Nº 396/2008. As aldeias com águas apresentando maiores concentrações de metais em relação ao preconizado foram a Aldeia Pradinho (100%) e a Aldeia Água Boa (92%). As menores concentrações foram encontradas nas Aldeias Verde e Rafael (27%). Os elementos que apareceram em desacordo com a legislação em maior porcentagem de amostras foram o ferro (50%), seguido do arsênio (46%), alumínio (36%), cádmio (22%) e o mercúrio (20%).

Quanto aos parâmetros físico-químicos: pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade e nitrato, e os microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes), as aldeias com maior comprometimento em relação aos itens avaliados foram a Aldeia

Verde (100%), seguido da Aldeia Água Boa (85,7%) e Pradinho (71,4%). Com menor percentual de alteração esteve a Aldeia Rafael (57,1%). O potencial hidrogeniônico foi o item avaliado com menor percentual de alteração. O oxigênio dissolvido, os coliformes totais e termotolerantes estiveram alterados em todas as aldeias com percentuais superiores a 50% das amostras. A turbidez e a condutividade tiveram alterações detectadas em três das quatro aldeias.

Esse estudo identifica concentrações de metais tóxicos acima dos limites permitidos e condições físico-químicas e microbiológicas que a tornam imprópria ao consumo, com elevado risco de adoecimento em virtude dessa oferta *in natura*.

Os resultados apresentados nesse estudo serão trabalhados em dois artigos originais, com discussão em relação aos possíveis efeitos da toxicidade dos metais em relação ao consumo de água com concentrações de metais acima do permitido, e dos efeitos das variáveis físico-químicas e microbiológicas na saúde dessa população.

11. REFERÊNCIAS

ASSIS E.M. *et al.*, **Prevalência de parasitos intestinais na comunidade indígena Maxakali**, Minas Gerais, Brasil, 2009. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 29(4):681-690, abr, 2013.

BENENSON, AS. **El Control de las enfermedades transmisibles en - el hombre**. 15^º ed. Washington, DC: Informe oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Pública, 1992: 652 285-286.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004** – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

CARVALHO, Gabriela Lanna Xavier de *et al.* **A comparative study of the TF-Test®, Kato-Katz, Hoffman-Pons-Janer, Willis and Baermann-Moraes coprologic methods for the detection of human parasitosis**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 107, n. 1, p. 80-84, 2012.

CARVALHO, Marivaldo Aparecido de; ALVES, Taís Cangussu Galvão. **A relação natureza e cultura entre os Maxakali: formulando conceitos**. Seminário Visões do Vale 4, 2009, Belo Horizonte.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – **Variáveis**

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia de coleta e preservação de amostras de água.** SÃO PAULO, 1987,150p.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - **CONAMA. 1986.** Resolução Conama no 001. Disponível em:< www.mma.conama.gov.br/conama> Acesso em: 07/04/2013.

CETESB- **qualidade das águas.** São Paulo: CETESB, 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>. Acesso em: 15 fev. 2015.

DIEGUES, Antonio Carlos. **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil.** 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/saberes.pdf>, acesso: junho de 2016.

FREITAS, M. B.;FREITAS, C. M. **A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde.** Ciência e Saúde Coletiva, 10(4): 993- 1004, out./dez., 2005.

FUNASA. **Manual prático de análise de água.** 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009. 144p.

GRANT, WF. **Chromosome aberrations assay in A report of the U.S. Environmental Protection Agency GeneTox Programme.** Mutation. 1982. Res 99: 273-291.

LAWRENCE JJet al , **Somatodendritic Kv7-KCNQ-M channels control interspike interval in hippocampal interneurons.** J Neurosci 26:12325-38, 2006.

MACEDO, J.A.B., **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológica.** 2ª ed. Belo Horizonte/MG. CRQ-2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção básica e especialização dos povos indígenas.** Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/saulnd_regInc.pdf>. Acesso: 12 setembro 2009.

NIMUENDAJÚ, C. **Índios Maxakali.** Revista de Antropologia, São Paulo, 6(1): 53 61. 1958.

PASONS, P.J.; BARBOSA, F. **Atomic Spectrometry and trend in clinical laboratory medicine: mini review.** Spectrochimica Acta part B, vol. 62, 992-1002, 2007.

POPOVICH, Frances Blok. **A organização social dos Maxakali**. Brasília: Sociedade Internacional Linguística, 1994.

Pruszkowski E, Bosnak C. **The Analysis of Drinking Waters by US EPA Method 200.8 Using the NexION 300X ICP-MS in Standard and Collision Modes**, PerkinElmer Inc. Application Note 2012.

SIASI - **Sistema de Informação da Atenção à Saúde Indígena**. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/70-sesai/9518-siasi>>. Acesso em: 28 jul.2015.

Storer TI; Usinger RL. **Zoologia geral**. São Paulo: Editora Nacional; 1989.

TUGNY, R. P. **Nomadismo musical Maxakali**. III Simpósio de Cognição e Artes Musicais Internacionais, 2007, Salvador. III Simpósio de Cognição e Artes Musicais Internacionais. Salvador: EDUFBA, 2007, vol. 1, pp. 128-137. Anais.

11. Apêndice



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
Unidade de Pesquisa e Pós-Graduação (UAP&PG)
Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

Versão agosto/2013

UNIDADE DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
RESOLUÇÃO 129/2015

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS analisou o projeto:

Projeto: Nº CEP 15/139 **Versão do Projeto:** 11/09/2015 **Versão do TCLE:** 11/09/2015

Coordenador:

Doutorando Eliseu Miranda de Assis (PPG em Saúde Coletiva)

Título: Análise das características químicas, físico-químicas, indicadores bacteriológicos e sanitárias da água consumida em uma comunidade indígena na região nordeste de Minas Gerais/Brasil.

Parecer: O projeto foi APROVADO, por estar adequado ética e metodologicamente, conforme os preceitos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

O pesquisador deverá encaminhar relatório anual sobre o andamento do projeto, conforme o previsto na Resolução CNS 466/12, item XI.2, letra d. Somente poderão ser utilizados os Termos de Consentimento onde conste a aprovação do CEP/UNISINOS.

São Leopoldo, 11 de setembro de 2015.


Prof. Dr. José Roque Junges
Coordenador do CEP/UNISINOS