



TÍTULO

**A QUALIDADE DA ÁGUA DENTRO DO CONTEXTO
SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL, EM PROPIEDADES
RURAIS DE ANAPU, PÓLO PROAMBIENTE
TRANSAMAZÔNICA (PARÁ, BRASIL)**

AUTORA

Darlenys Hernández Muñoz

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011

Director	Francisco Borja
Tutora	Ana Paula Souza
Curso	VIII Maestría en Conservación y Gestión del Medio Natural (2006)
ISBN	978-84-694-3716-2
©	Darlenys Hernández Muñoz
©	Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

VIII MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL MEDIO NATURAL
Universidad Internacional de Andalucía
Sede Iberoamericana Santa María de la Rábida

Tese para a obtenção do grau científico de Mestre em Ciências

Título:

**A QUALIDADE DA ÁGUA DENTRO DO CONTEXTO
SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL, EM PROPRIEDADES RURAIS
DE ANAPU, PÓLO PROAMBIENTE TRANSAMAZÔNICA, PARÁ,
BRASIL.**



Autora: Darlenys Hernández Muñoz

Diretor: Dr. Francisco Borja¹

Orientadora: M.C. Ana Paula Souza²

Março de 2009, Altamira, Pará, Brasil

¹ Universidad de Huelva, Espanha, Profesor Titular del Área de Geografía Física.

² Fundação Viver, Produzir, Preservar. Altamira, Pará, Brasil, Coordenadora Geral.

AGRADECIMENTOS

*Considero os agradecimentos uma das partes mais difíceis de uma tese, o momento de tentar lembrar-se de todas as pessoas que de uma forma ou outra contribuíram para que hoje eu tenha chegado nesse ponto, de estar sentada na frente do computador, escrevendo os agradecimentos da minha tese de mestrado. A história desse mestrado começou há quase três anos, quando decidi optar pela opção de concorrer às vagas oferecidas pela Universidade Internacional de Andaluzia para o VIII Máster em Conservação e Gestão do Meio Natural. No começo foi uma luta para obter financiamento, para ser aprovada a minha participação pelo instituto onde trabalhava, para chegar lá... é por isso agradeço a todas as pessoas que me apoiaram de muitas formas para que eu conseguisse sentar-me naquelas salas de aula e apreender tanto! Agradeço aos professores do mestrado, que abriram as nossas mentes às novas idéias sobre conservação e manejo de recursos, que limpavam as nossas de velhos conceitos e nos ensinaram a importância do trabalho multidisciplinar e de considerar “a conservação **para** o desenvolvimento sustentável”, e não como dois assuntos isolados um do outro. Agradeço também a tantos companheiros de aventura durante os três meses de aulas, que fizeram com as saudades da família, dos amigos e de tantos seres queridos fossem mais fáceis de suportar. Chegando o momento de agradecer ao meu diretor de tese Dr. Francisco Borja, e a minha orientadora MSc. Ana Paula Souza, não posso deixar de falar da pessoa que foi, desde os meus primeiros passos na biologia meu mestre e meu guia e que me introduziu no pensamento científico, no desenho das pesquisas, e que me orientou ao longo da minha carreira até agora me ajudando a acreditar em mim mesma, me estimulando a seguir sempre adiante, meu sempre orientador e “padrecito” o Dr. Pedro M. Alcolado. A Ana Paula Souza, Paulinha, lhe dou as graças por ter assumido tão prontamente a orientação desse mestrado e por ter dado o melhor de si para que ficasse do melhor jeito possível.*

Agradeço também o apoio do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia), executor desse projeto, da FVPP (Fundação Viver, Produzir, Preservar) e da UFPA (Universidade Federal do Pará, Campus Altamira), em especial da M.C. Daniela Santana por ter disponibilizado o equipamento para a realização das análises, ter ido juntas para campo e ter discutido juntas esses resultados. Não posso deixar de agradecer às famílias do PROAMBIENTE, pelas que fomos tão bem recebidos e que colaboraram ao máximo com o projeto; e também a toda a equipe que foi para o campo, para realizarmos juntos essa pesquisa.

A minha família e amizades, tanto em Cuba, como no Brasil, muito obrigada pelo apoio sempre, pelo estímulo e pela confiança em mim. A minha mãe, irmãos, pai, avô, tios e tias, primos e primas, todos, amo vocês e só Deus sabe como sinto á sua falta. Obrigada a todas as pessoas que têm acreditado em mim e têm me dado um voto de confiança e colocado em minhas mãos a oportunidade de realizar trabalhos como esse.

Além do conhecimento esse mestrado me aportou mais uma alegria e representou uma mudança muito grande na minha vida. Na Rábida, além de amigos maravilhosos, encontrei ao amor da minha vida, o Marcos, com quem sou casada hoje, e também agradeço a ele por ter chegado até aqui, pois é uma das pessoas que mais tem me apoiado profissionalmente desde que cheguei ao Brasil e é em muito responsável de que essa tese seja hoje o que é. Obrigada meu amor.

Não quero mencionar nomes, todas as pessoas que contribuíram para que eu conseguisse alcançar esse resultado hoje, em muitas formas distintas, saibam que estão no meu coração e que representam muito para mim e que este logro não é só meu, é de todos nós! Obrigada.

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido no marco do projeto “Gestão Ambiental Integrada de pequenas propriedades rurais na Amazônia Oriental”, onde buscou-se conhecer se a presença do *Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Produção Familiar Rural da Amazônia* (PROAMBIENTE) nas propriedades rurais, considerando tanto o ponto de vista produtivo como o de conscientização ambiental, teve algum efeito na conservação e ou recuperação das matas ciliares, que possa ser observado através da qualidade dos corpos d’água dessas localidades. Para a realização do trabalho foi escolhido o município de Anapu, que pertence ao Pólo Transamazônica do PROAMBIENTE, sendo realizados os estudos nas propriedades de 12 agricultores cadastrados no programa. Isso permitiu realizar análises de água em quatro igarapés: o Santaninha, o Grotão da Onça, e dois pequenos igarapés sem nome que deságuam no Grotão da Onça. Também foram tomadas e analisadas amostras das fontes de água para uso doméstico das propriedades. A amostragem foi realizada em setembro de 2008, e foram coletadas 42 amostras, delas, nove correspondentes a águas de uso doméstico. Para cada ponto foram analisados os parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão, e concentração de amônia e fosfatos. Nas fontes de uso doméstico foi determinada a quantidade de unidades formadoras de colônias de coliformes fecais, totais e salmonelas. Foi constatado que o igarapé Santaninha apresenta melhores condições ambientais do que os outros igarapés, o que pode estar relacionado à presença de mata primária na maioria das margens. A nascente do Grotão da Onça se encontra em condições ambientais críticas colocando em risco a saúde ambiental do resto do igarapé. A maioria das fontes de água de uso doméstico apresentou características impróprias para o consumo humano. Todavia foi observado como o PROAMBIENTE tem logrado êxito no processo de conscientização ambiental, uma vez que nos lotes onde ele atua nota-se a redução e/ou ausência de uso de agrotóxicos e fertilizantes inorgânicos nos cultivos, além de incentivar a manutenção e a recuperação da mata ciliar nas margens de rios e igarapés.

Palavras chave: PROAMBIENTE, desenvolvimento sustentável, qualidade da água, agricultura familiar.

ABSTRACT

The present study took place as a part of the Project “Integrated environmental management of small rural properties on the Oriental Amazon”, where the objective was to get to know if the presence of the *Sustainable developing Program for the rural familiar production of the Amazon* (PROAMBIENTE) in the rural properties, considering the productive view point as the environmental conscience, has had some effect in the conservation and or recuperation of the riparian vegetation, that could be observed through the quality of the rivers’ waters. For the realization of the analysis was selected the municipality of Anapu, which is part of the Transamazonian Pole of the PROAMBIENTE. Were visited twelve properties of farmers that participate of that program. It allowed analyzing the waters of four small rivers: the Santaninha, the Grotão da Onça, and two very small rivers that are affluents of the Grotão da Onça. It had been also analyzed the waters used in the properties for human consumption. The sampling took place during the month of September of 2008, 42 samples were collected, nine of them were samples of waters used for human consumption. For each point was determinated the following variables: water temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, turbidity, suspended materials, and concentration of ammonia and phosphates. In the sources of waters used for human consumption, was determinated the number of colonies of fecal and total coliforms, and salmonellas. It has been verified that the Santaninha river presents better environmental conditions if compare to the other rivers under study, it could be related to the presence of primary forest surrounding the river. The fountainhead of the Grotão da Onça, presents critical environmental conditions, wat means a risk for the environmental health of the rest of the river. Most of the sources of water used for human consumption had an inappropriate quality for human use. It has been observed that the PROAMBIENTE has had success in increasing the environmental conscience, demonstrated through the decrease of using agro-toxics and inorganic fertilizers in the properties in which it acts. It also has incentivized the conservation and recuperation of the riparian vegetation of the rivers.

Key words: PROAMBIENTE, sustainable development, water quality, familiar agriculture.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO GERAL	10
2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. Qualidade da água	10
3.1.1. Qualidade físico-química da água	13
3.1.2. Qualidade Microbiológica	22
3.2. Importância da mata ciliar nos socioecossistemas aquáticos	26
3.3. Influência das atividades agropecuárias na qualidade da água	28
3.4. Marco ambiental: Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Produção Familiar Rural da Amazônia (PROAMBIENTE)	30
3.4.1. Antecedentes históricos do PROAMBIENTE	30
3.4.2. O PROAMBIENTE	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1. ÁREA DE ESTUDO	34
4.2. METODOLOGIA	36
4.3. DESENHO AMOSTRAL	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1. Análises das amostras do igarapé Grotão da Onça	45
5.2. Análises das amostras do igarapé Santaninha	62
5.3. Análises das amostras dos igarapés A e B	73
5.4. Análises das fontes de água de uso doméstico	81

5.5. Resultados dos questionários aplicados	91
6. CONCLUSÕES	93
7. RECOMENDAÇÕES	94
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
9. ANEXOS	105

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água dos rios, lagos, lagoas e outros corpos de águas superficiais está determinada pelas interações entre os distintos componentes do ambiente. A saúde ambiental destes pode ser afetada por diferentes atividades antrópicas, como são atividades agrícolas, industriais, de mineração, extração de energia, ocupações urbanas, e também por aportes atmosféricos.

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas como conseqüências negativas dessas atividades. Os rios integram tudo que acontece nas áreas de entorno, considerando-se o uso e a ocupação do solo. Assim, suas características ambientais fornecem informações sobre as conseqüências da intervenção humana numa área determinada (Finger e Querol 2004).

As matas ciliares são um elemento fundamental na preservação da qualidade da água. Ao longo dos rios, por toda a bacia amazônica, a vegetação ripícola ocupa uma área maior que os quilômetros de terras regularmente inundáveis devido, simplesmente, a extensão total do sistema de rios menores ser muito maior que a dos grandes rios (McClain e Cossio 2003). Neste contexto, a qualidade de grande parte do montante de água doce da Amazônia (que representa cerca de 1/5 da água doce mundial disponível; Becker 1990), depende da existência e da qualidade das suas matas ciliares.

Além disso, as matas ciliares desenvolvem comunidades animais e vegetais adaptadas a um regime de elevado distúrbio em termos de saturação de água no solo (Naiman e Décamps 1997), podendo assim comportar grande número de espécies endêmicas, e ainda interagem como fronteiras dinâmicas entre o ecossistema aquático e o terrestre em termos de fluxos de energia, de materiais e de espécies (Naiman *et al.* 1993).

A recuperação das matas ciliares, ou ambientes ripícolas, seja por regeneração natural, seja pelo estabelecimento de Sistemas Agro-florestais (SAFs), pode estar diretamente relacionada à prestação de serviços ambientais. A qualidade da água dos córregos, represas, lagos, açudes ou nascentes pode ser diretamente afetada pelas atividades agrícolas desenvolvidas no local onde antes existiam matas ciliares. A pecuária extensiva, por exemplo, freqüentemente promove a completa supressão de matas ciliares como forma de prover acesso dos animais a água (Kalif 2007).

Na região sob estudo, a produção agrícola de base familiar¹ desenvolveu como, forma de amenizar riscos (ambientais e econômicos)² e garantir sua reprodução, um sistema calcado na heterogeneidade o qual pode prestar serviços que transcendem os limites geográficos das unidades de produção (Mattos *et al.* 2001). Estes serviços atuam em diferentes dimensões de um

1 Produção de base familiar será tratada neste trabalho como sendo a produção de base camponesa funcionalizada pela lógica capitalista de produção. Embora a produção camponesa seja familiar, o contrário não é sempre verdade. Contudo, a estabilidade destes sistemas de produção é garantida por uma característica em comum, qual seja a especificidade do processo de decisão no interior da família (Abramovay 1998).

2 Diferentemente da empresa moderna, a produção agrícola camponesa visaria à aversão ao risco (Veiga 1991; Abramovay 1998), e teria garantido sua reprodução através da otimização da relação produção/consumo familiar, e não pela maximização da capacidade de apropriação da natureza baseada na importação de energia suficiente para maximizar a produção, o que elevaria os riscos. Na Amazônia, tais riscos poderiam ser representados, do ponto de vista ambiental, pela peculiaridade dos componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas, onde a base heterogênea resulta, freqüentemente, em, por exemplo, explosões de pragas quando são implementados sistemas homogeneizadores. Estes riscos são também econômicos uma vez que a diversificação permite a diluição de prejuízos de uma atividade produtiva pelas demais.

Desenvolvimento Sustentável, indo desde um papel efetivo para garantir a segurança alimentar local e regional, reprodução de um sistema agrícola rumo a uma maior sustentabilidade sócio-ambiental (Marcatto 2002), podendo atuar, em escala global, como sistema assimilador e metabolizador da entropia resultante de outros sistemas. Entres esses serviços ambientais encontra-se a manutenção ou recuperação das matas ciliares o que se reverte numa maior qualidade da água.

A compreensão deste processo tem fornecido suporte ao delineamento de ações de pesquisa, extensão de políticas públicas, da academia, da sociedade civil organizada ou de órgãos governamentais, nas quais passa a figurar a valorização das estratégias locais e heterogêneas da produção familiar amazônica. Um exemplo é o *Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Produção Familiar Rural da Amazônia – PROAMBIENTE*, uma proposta nascida das reivindicações dos movimentos sociais de produtores familiares amazônicos, operacionalizada por uma rica matriz teórica sobre sustentabilidade e Desenvolvimento Local (Mattos *et al.* 2001).

O presente estudo foi desenvolvido no marco do projeto “Gestão Ambiental Integrada de pequenas propriedades rurais na Amazônia Oriental”, executado pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Fundação Viver, Produzir, Preservar (FVPP). Buscou-se conhecer se a presença do PROAMBIENTE nas propriedades rurais, mesmo desde o ponto de vista produtivo como de conscientização ambiental, teve algum efeito na conservação e ou recuperação

das matas ciliares, que possa ser observado através da qualidade dos corpos d'água.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade ambiental dos corpos d'água dentro das propriedades cadastradas no PROAMBIENTE, pólo Transamazônica, Município de Anapu, levando em consideração as variações da paisagem e os distintos usos do solo.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Avaliar a saúde ambiental dos corpos d'água através de parâmetros físico-químicos considerados chave para os ecossistemas aquáticos.
- Verificar a influência das atividades socioeconômicas desenvolvidas nos lotes do PROAMBIENTE, relacionadas à sanidade dos corpos d'água.
- Avaliar a qualidade físico-química das fontes de água de uso doméstico dos lotes do PROAMBIENTE.
- Avaliar a microbiologia patogênica das fontes de água de uso doméstico dos lotes do PROAMBIENTE.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Qualidade da água

A qualidade das águas superficiais está determinada pelas interações entre o solo, os sólidos transportados (orgânicos, sedimentos), as rochas, a água subterrânea e a atmosfera. Segundo Peters e Meybeck (2000), é o reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água.

De acordo com Lima (2001), a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

A qualidade da água também pode ser afetada significativamente pelas atividades agrícolas, industriais e de extração de minérios e energia assim como outras atividades antrópicas e por aportes atmosféricos (Arcova e Cicco 1999). No entanto, a maior parte dos solutos nas águas superficiais provém dos solos e do fluxo subterrâneo base, onde é muito importante a influência das interações água-rocha. A água pura é essencial para a supervivência do homem assim como da vida aquática. A maior percentagem da água é usada na irrigação, sendo que quantidades menores são destinadas a fins municipais, industriais e recreativos. Só o 6% de toda a água se usa para consumo doméstico. Estima-se que um 75% das populações dos países em vias de desenvolvimento não possuem serviços sanitários adequados e normalmente os resíduos são descarregados no curso de água mais próximo. Organismos tais como bactérias, vírus y parasitos fazem desses resíduos um dos contaminantes ambientais mais perigosos do mundo. Estima-se que as doenças transmitidas pela água causam a morte de aproximadamente 25.000 pessoas por dia. Sendo assim, os dados sobre a qualidade da água são de extrema importância na implementação de normas de qualidade responsáveis, na caracterização e mitigação da contaminação e na proteção da saúde das pessoas e organismos aquáticos. A qualidade da água de um lago, reservatório ou rio pode variar espacial e temporalmente em função dos processos morfológicos, hidrológicos, químicos, biológicos e sedimentológicos naturais (exemplo: mudança nas taxas de erosão). A contaminação dos corpos naturais

das águas superficiais é muito ampla, devido às atividades humanas tais como a acumulação de esgotos e de residuais industriais, dejetos terrestres, desmatamento, uso de pesticidas, mineração e obras hidrelétricas. A qualidade da água superficial é uma das variáveis ambientais mais importantes a serem monitoradas. Também funciona como um indicador da melhoria ou deterioração do ambiente a curto prazo, ou quando são executadas políticas de saneamento ambiental (Meybeck 1996).

Segundo Mota (1995), a utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem resultado em problemas, não só de carência, como também na degradação da sua qualidade. Gradelha *et al.* (2006) enfatizam que nas últimas décadas tem se verificado uma diminuição quantitativa e qualitativa das águas superficiais, fato que pode ser atribuído às atividades desenvolvidas nas bacias hidrográficas, sendo um fato diretamente ligado ao desequilíbrio averiguado nesses ambientes.

Prevê-se que a água potável vai ser o produto mais disputado da Terra, devido à sua escassez acelerada. O replantio de matas ciliares e o controle da erosão são apontados como fatores minimizadores desse problema. Por isso, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (Lima 1997) aponta para a água como o recurso estratégico do século. O Brasil detém quase metade da reserva mundial desse imprescindível produto, mas na ilusão dessa abundância, a poluição e o desperdício vem comprometendo esse tesouro. Apenas um por cento da água doce está na superfície e, ainda assim, concentra 12% de todas as espécies animais conhecidas. Das espécies de peixes de água doce do planeta, 20% se encontram em vias de extinção, devido à poluição.

Longe de atribuir a poluição dos recursos hídricos apenas às indústrias, ao esgoto dos grandes centros urbanos e a alguns eventuais acidentes ecológicos provocados por resíduos tóxicos provenientes da área agrícola, as atividades rurais também podem estar comprometendo em muito a qualidade da água nos locais em que as medidas de segurança não estiverem sendo respeitadas. Nisso se inclui também a atividade pecuária e a criação intensiva de outros animais domésticos.

Margaleff (1994) ressalta que os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio indicadores da “saúde” do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica.

3.1.1. Qualidade físico-química da água

As análises físico-químicas são as mais utilizadas quando se trata de avaliação da qualidade da água, no entanto, representam apenas o estado das águas em um local e momento determinados e variações significativas entre dois instantes de amostragem são facilmente perdidas, deixando de ser consideradas. Quando feitas longe da fonte poluente, as medições físico-químicas podem não ser capazes de detectar perturbações sutis sobre o ecossistema (Buss, Baptista e Nessimian 2003 *cit.* König e Restello 2006). Em razão da capacidade de autodepuração e do fluxo unidirecional dos ecossistemas lóticos, os efluentes sólidos carregados por drenagens pluviais

para dentro dos ecossistemas aquáticos podem ser diluídos antes da data de coleta das amostras ou causar poucas modificações nos valores das variáveis (Goulart e Callisto 2003 *cit.* König e Restello 2006).

3.1.1.1. Temperatura

A temperatura é um parâmetro importante, pois influi em algumas propriedades da água, como o oxigênio dissolvido, com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura da água é ditada pela radiação solar, salvo nos casos de despejos industriais, de termelétricas e de usinas atômicas que operem nas margens do lago ou reservatório. Visto que 99% dessa radiação é absorvida nos primeiros 10 metros de profundidade, na camada superior não se observam grandes variações de temperatura. Os corpos aquáticos geralmente apresentam pouca variação térmica. A temperatura exerce maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. Também governa os tipos de organismos que podem viver ali: peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e outras espécies aquáticas, todas têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se essa faixa for ultrapassada (para menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem totalmente (Branco 1986 *cit.* Ribeiro 2004).

Segundo Mello *et al.* (2005), altos valores de temperatura podem estar relacionados à falta da mata ciliar nos rios e igarapés, à oxidação biológica da matéria orgânica e ao lançamento de despejos industrial e doméstico.

Excluído:

3.1.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, sempre menos do que o ar, porque o gás não é muito solúvel. O oxigênio dissolvido (OD) indica o

grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de vital importância para os seres aquáticos aeróbios. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico (Silveira 2007), e segundo Carmouze (1994) a sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

A concentração desse gás (O_2) na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude e está diretamente relacionada com os processos de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que, por sua vez, estão diretamente associadas com a intensidade luminosa e temperatura (Esteves 1998). Quanto maior sua concentração, melhor a qualidade da água.

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que se utilizam do oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (Carmouze 1994).

Este parâmetro é usado para verificar a qualidade das águas superficiais; o OD é o critério mais importante na determinação das condições sanitárias dessas

águas. Segundo Farias (2006) um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a 10 mg.L⁻¹. Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão.

3.1.1.3. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água (Ribeiro 2004). Segundo estudos dessa autora, a condutividade é mais acentuada durante a estiagem do que durante a cheia, devido a uma maior concentração de íons na água, o que coincide com os resultados de Pinheiro (1987), Menezes (1999) e Lopes e Bezerra (2001) para outros corpos de água próximos a Belém.

Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas (pH > 9 ou pH < 5), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons

em solução, dentre os quais os mais freqüentes são o H^+ e o OH^- (Esteves 1998).

Segundo Ríos-Villamizar e Waichman (2007) em pesquisa desenvolvida na Amazônia brasileira ocidental, existe relação entre a condutividade elétrica e atividades associadas a distintos tipos de usos do solo, como são o desmatamento, a pecuária e a agricultura, sendo que esse parâmetro apresenta valores maiores em áreas com maior influência de tais atividades.

A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um condutímetro digital.

3.1.1.4. Potencial hidrogeniônico (pH)

Na maioria dos corpos de água naturais, o pH é influenciado pela dissolução do ácido carbônico ou ainda pelo despejo de efluentes domésticos e industriais, ou pelo intemperismo de rochas e da erosão de áreas agrícolas com uso de corretivos e fertilizantes (Moreira *et al.* 2006).

O pH indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7), sendo a faixa de águas naturais varia de 4,5 a 8,5 (Ribeiro 2004). Ao longo do dia o pH apresenta variações em função da atividade fotossintética das plantas que durante as horas de luz consomem CO_2 fazendo com que o valor do pH aumente, e à noite com a respiração liberam CO_2 à água, fazendo com que o pH diminua. Segundo Sioli (1968) o pH da água natural não é uma qualidade independente da mesma, mas é condicionado pelo teor de outras substâncias, especialmente pelas concentrações de cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ , cuja presença diminui a acidez da água. O autor também refere que as águas na região amazônica

apresentam nítidas relações com as zonas geológicas- mineralógicas das quais as águas provém. È por isso que Ribeiro (2004) ressalta a relevância da caracterização físico-química das águas das fontes e de pequenos igarapés, pois expressam as condições predominantes no curso de água, além de serem medidas mais uniformes. A mesma autora, através de análises de correlação, determinou a existência de uma correlação negativa entre o pH e as concentrações de Cl^- e PO_4^{3-} identificando-se que o pH ácido pode estar relacionado com o aumento destes ânions na água.

A vida aquática depende do pH, sendo que muitos organismos e plantas aquáticas só conseguem sobreviver em faixas determinadas desse parâmetro. Também é muito importante, pois determina a toxicidade de alguns íons na água como é o caso de Amônia. A faixa desejável referente aos distintos usos da água segundo a RESOLUÇÃO CONAMA No 357 de 2005 é de 6 a 9.

3.1.1.5. Turbidez

A turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. Essa medição é feita com o turbidímetro ou nefelômetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez. Os valores são expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT). Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 UNT (Correia *et al.* 2008).

As principais causas da turbidez da água são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica

Excluído:

finamente dividida, organismos microscópicos e algas. A origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar); a mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila); as indústrias; ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento (Viana 2004).

As águas de lagos, lagoas, açudes e represas apresentam, em geral, baixa turbidez, porém variável em função dos ventos e das ondas que, nas rasas, podem revolver os sedimentos do fundo. Via de regra, após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carregamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação, ocasionam turbidez (Viana 2004).

A turbidez, além de reduzir a penetração de luz solar na coluna de água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, pode recobrir os ovos dos peixes e os invertebrados bênticos (que vivem no fundo). Os sedimentos em suspensão podem carrear nutrientes e pesticidas, obstruindo as guelras dos peixes, e até interferir na habilidade do peixe em se alimentar e se defender dos seus predadores. As partículas em suspensão localizadas próximo à superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água. Também é conhecido que as partículas causadoras de turbidez podem ocluir os microorganismos, protegendo-os da ação dos oxidantes da desinfecção (Medeiros *et al.* 2006).

3.1.1.6. Material em suspensão

O material em suspensão é o material particulado não dissolvido, encontrado suspenso no corpo d'água, composto por substâncias inorgânicas e orgânicas, incluindo-se aí os organismos planctônicos (fito e zooplâncton). Esses

materiais podem ser de origem natural (partículas de rochas, argilas, algas e outros) ou antrópica (despejos domésticos, industriais, escavações, erosões ou por intermédio de microorganismos). Os de origem natural não trazem inconvenientes sanitários, servindo simplesmente de abrigo para microorganismos patogênicos, enquanto que os de origem antropogênica podem estar associados a determinados compostos tóxicos ou organismos patogênicos (Duarte 2007). Sua principal influência é na diminuição na transparência da água, impedindo a penetração da luz. Os valores para o material em suspensão podem ser obtidos através da filtração da água com a utilização de filtros especiais e posterior análise espectrofotométrica (Carmouze 1994).

3.1.1.7. Amônia

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização. Altas concentrações podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo onde a amônia é um subproduto do processo de refino. A amônia é um importante componente de fertilizantes. Concentrações de amônia em águas de superfície acima de 0,1 mg/l (como N), podem ser indicação de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais, particularmente de refinarias de petróleo, ou do afluxo de fertilizantes. A concentração excessiva de amônia é tóxica para a vida aquática, sendo que na forma não ionizada (NH_3) mesmo em baixas concentrações pode ser fatal para os peixes, pois afeta o sistema nervoso central do animal, reduzindo sua

capacidade de consumir oxigênio e diminuindo sua resistência a doenças. A sua toxicidade varia em função do pH. Em pH menor ou igual 6,5 não são reportados efeitos tóxicos. Além das mencionadas anteriormente, outras causas de aumento do nitrogênio na água podem ser: a presença de excrementos de animais, os processos erosivos e a lixiviação dos solos agrícolas (Moreira *et.al.* 2006).

A Portaria Nº 518 de 25 de Março de 2004, estabelece uma concentração abaixo de 1,5 mg N-NH₃/L.

3.1.1.8. Fósforo

Na maioria das águas continentais, o fósforo é considerado o principal fator limitante da produtividade primária, não só porque é naturalmente escasso, mas também, porque a carga de fósforo é facilmente consumida pelos corpos hídricos (Margalef 1983). Por outro lado, o excesso de fósforo na forma dissolvida é, em geral, apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial dos ecossistemas aquáticos (Lopes *et al.* 2007).

As fontes de fósforo nas áreas agrícolas têm sua origem nos dejetos produzidos pelos sistemas que envolvem confinamento de animais e nas áreas de cultivo em que são aplicados fertilizantes (químico ou orgânico) em doses superiores àquelas que as plantas são capazes de absorver. A maior parte do fósforo removido das áreas agrícolas é transferida para os corpos d'água através do escoamento superficial, nas formas particuladas e solúveis (Dils & Heathwaite 1996). A forma particulada é mais facilmente removível devido à característica do fósforo ser facilmente adsorvido por partículas de argila e óxidos do solo. A fração solúvel representa apenas uma pequena parcela do

fósforo total transportado e assume maior importância onde seu transporte ocorre pelo escoamento subsuperficial não saturado (Dils & Heathwaite 1996). A ocorrência dos processos erosivos e o transporte de sedimentos para os corpos d'água são os mecanismos básicos da transferência do fósforo das áreas agrícolas para os corpos d'água. Outro aspecto importante a ser considerado na transferência do fósforo, diz respeito à distância em que as áreas fontes de contaminação se encontram dos corpos d'água, sendo que as áreas mais próximas tendem a contribuir relativamente com maiores quantidades de fósforo (Lopes *et al.* 2007).

3.1.2. Qualidade Microbiológica

Na avaliação da qualidade microbiológica da água é recomendado utilizar o grupo dos coliformes, que é considerado como indicador de contaminação. O uso desses organismos como indicadores se fundamenta no fato de que os coliformes são habitantes normais do intestino, existem de forma constante na matéria fecal, se encontram em maior número do que as bactérias patogênicas que possam estar presentes sobrevivem por mais tempo na água do que qualquer outro organismo patogênico e têm um ritmo de mortalidade na água semelhante ao das bactérias patogênicas. A sua presença indica contaminação, que pode ser eventual, pelo qual a amostragem e monitoramento do corpo d'água ou da fonte de abastecimento precisam ser sistemáticos. As espécies clássicas desse grupo são: *Escherichia coli* y las familias Enterobacteriaceas (*Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Klebsella*), principalmente (Solis *et al.* 2004).

Tanto os coliformes fecais quanto as salmonelas, são bactérias presentes no trato intestinal de humanos e alguns animais. A transmissão ao homem se dá

através de alimentos contaminados com fezes, principalmente os de origem animal, como carne bovina e de aves, leite e ovos, mas todos os tipos de alimentos, inclusive vegetais, podem estar contaminados. A água tem um papel fundamental como via de transmissão, pois uma vez as fezes entram em contato com a água, ela fica contaminada e as pessoas os animais que a bebam serão contagiados destes microorganismos que podem causar diversas doenças (Franco e Landgraf 1996).

O grupo dos coliformes totais inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais se encontram bactérias do trato gastrointestinal de humanos, bem como de outros animais de sangue quente. Por essa razão, sua contagem em água e alimentos é menos representativa de contaminação, mais é sem dúvida um indicio de ocorrência de contaminação, mesmo sem saber a origem (CYTED 2002).

Os coliformes, mesmo que amplamente distribuídos na natureza, se propagam com maior frequência na água, especialmente, os coliformes fecais, que têm tido grande atenção da saúde pública, por estarem associados a um elevado número de patologias isoladas em laboratórios de microbiologia clínica e virtualmente suspeitos da maioria das infecções intestinais humanas conhecidas. Além de infecções intestinais, organismos coliformes, podem estar envolvidos ou ter participação em diversas outras patologias, como meningites, intoxicações alimentares, infecções urinárias e pneumonias nosocomiais (Koneman *et al.* 2001). Na área estudada a maioria das águas de consumo provém de fontes subterrâneas. Segundo a ANA (2005), a água subterrânea é intensamente explorada no Brasil, sendo utilizada para diversos fins, tais como o abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Estima-se que no Brasil, 15,6 % dos domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea.

Tradicionalmente, esse tipo de fonte de abastecimento é considerado seguro “in natura”, pois dependendo da capacidade filtrante do solo, as águas subterrâneas podem apresentar-se livres de contaminação (Junior *et al.* 2008) Por outro lado, lençóis aquáticos de pouca profundidade são influenciados pela água que percorre da superfície e, portanto, sujeitos à contaminação (Amaral *et al.* 1994).

Estudos de qualidade de água recentemente desenvolvidos na microbacia hidrográfica arroio Passo de Pilão (Região de caráter agrícola e pecuário que tem sua economia rural voltada ao desenvolvimento agrícola de pequena propriedade), sugerem que a alteração da qualidade microbiológica das águas de consumo não é resultante somente de fatores naturais como também do uso e ocupação deste ambiente. A pouca informação, a falta de estrutura sanitária, a má conservação dos poços domésticos de abastecimento, a falta de manutenção dos reservatórios, a baixa qualidade das redes de distribuição e, principalmente, o manejo inadequado de dejeções animais, incorporadas ao solo sem tratamento, são, talvez, os fatores humanos mais importantes (Silva e Mattos 2001). Junior *et al.* (2008) acharam uma correlação negativa entre a presença de coliformes tanto totais quanto fecais e a distância da fossa, pelo qual é um fator importante a considerar na análise das causas da contaminação. 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. Em vários estudos desenvolvidos no Brasil para o estudo da qualidade microbiológica de águas subterrâneas tanto em zonas urbanas quanto rurais, tem sido encontrada presença de coliformes totais e fecais na água de poços rasos e nascentes

(Nogueira *et al.* 2003; Silva e Araújo 2003; Amaral *et al.* 2003; Boulomytis *et al.* 2008; Junior *et al.* 2008). Valias *et al.* (2002) em estudo realizado em propriedades rurais de São Paulo, observaram que as nascentes apresentaram menores índices de contaminação quando comparados as amostras provenientes de poços, evidenciando que estes são passíveis de contaminação mais facilmente que a água captada em nascentes.

Segundo Mattos e Silva (2002), para que o controle microbiológico das águas de consumo se efetive é necessário que medidas e ações sejam adotadas. O tratamento de dejetos animais, anterior a sua incorporação ao solo, o saneamento básico e a manutenção do sistema de armazenamento e distribuição de água domiciliar, constituem o primeiro passo. Nos domicílios a água destinada ao consumo deve ser proveniente de poços domésticos bem preservados e conservados uma vez a cada ano. O sistema de armazenamento e distribuição deve estar conservado e livre de vazamentos.

Excluído:

Caixas d'água devem ser esvaziadas e limpas a cada seis meses. As torneiras devem estar em boas condições de uso e de preferência serem metálicas. Torneiras plásticas sofrem agressão interna e acúmulo de materiais formando filmes microbianos, observados, geralmente, nas bordas. O uso de filtro é recomendado e, na falta deste, a água deve ser fervida por alguns minutos.

Outra técnica para a prevenção de agentes patogênicos na água de consumo é a cloração do poço. Entretanto, esta é uma prática que merece atenção especial, por se tratar da adição de um químico na água, o cloro, devendo ser acompanhada por um especialista (Soares e Maia 1999). A manutenção da qualidade de água garante a saúde e o desenvolvimento das comunidades humanas. Água sem qualidade, ou seja, contaminada por algum agente

patogênico, pode conduzir a prejuízos na saúde ou mesmo levar a outros efeitos negativos.

3.2. Importância da mata ciliar nos socioecossistemas aquáticos

A cobertura vegetal nas margens dos corpos de água tem um papel muito importante no bom funcionamento dos sistemas aquáticos. A presença de mata ciliar é fundamental na estabilidade integral dos rios, igarapés, lagoas, e dos ecossistemas circundantes, pois a vegetação é que protege o solo da erosão. A destruição de matas ciliares permite que a erosão prossiga a sua marcha até o barranco, que também acaba sendo arrastado para o leito do rio. A parte superficial mais rica do solo, o solo arável, é depositada no leito dos rios, represas ou lagos, podendo os componentes de menor tamanho permanecer em suspensão na água por vários dias. As partículas de maior tamanho e peso ficam no leito dos rios, causando o assoreamento dos mesmos, com prejuízo à vida aquática residente, de onde são lentamente transportados, rio abaixo, indo parar no fundo das represas e por último dos oceanos (não sem causar aí também alterações no ambiente marinho). Esse processo faz com que a água dos rios fique barrenta ou turva por um período muito além do usualmente verificado, estendendo seus reflexos negativos sobre a vida aquática e a qualidade da água para consumo humano e dos animais em geral (Barbosa 1996). Em casos extremos pode causar mortandade de peixes e outros animais aquáticos por falta de oxigênio na água, que é consumido durante o processo de decomposição da matéria orgânica (Moreira e Souza 1987). Pires e Santos (1995) salientam que a retirada da cobertura vegetal gera a diminuição da precipitação local, da infiltração de água e do estoque de água

subterrânea, causando a erosão dos solos e o assoreamento dos corpos d'água, além da alteração nos padrões de vazão e volume dos cursos d'água.

Segundo Crestana *et al.* (1993), o desmatamento provoca o aprofundamento do lençol freático, ou seja, a água do subsolo tende a se afastar cada vez mais em relação à superfície, dificultando-nos a sua utilização. Especialmente nas nascentes, a remoção da vegetação original, pode implicar na queda do fluxo de água ou no total desaparecimento das vertentes. A água protegida por matas ciliares certamente é mais limpa, abundante e fresca.

As matas ciliares, por meio das folhas caídas, das raízes superficiais e, por estarem, no geral, em área com pouco declive, retêm grande parte dos nutrientes que são arrastados das partes mais altas do terreno. Daí a exuberância deste tipo de vegetação, que não se dá apenas em função da presença de água superficial visto que a maioria das árvores ou arbustos possuem raízes profundas e se utilizam da água subterrânea. Estes nutrientes, sem a presença das matas ciliares, deixam de ser retidos (filtrados) e seguem para o fundo das coleções de água (Ferreira e Dias 2004).

No Lago de Furnas, Estado de Minas Gerais (MG), o desmatamento acelerado, tem levado à escassez dos alimentos que eram produzidos nessas matas, em especial nas matas ciliares. Caso o processo de assoreamento não seja revertido pela reconstituição das matas ciliares, a capacidade de armazenamento de água da lagoa diminuirá, comprometendo seu potencial de geração de energia, principalmente, no período mais crítico do ano (estação seca), quando o estoque deveria ser utilizado (Campos e Landgraf 2001). O assoreamento e a poluição das águas podem atingir, além dos peixes, também o restante da vida aquática, que se torna imprópria ao consumo (do mesmo

modo que a água), tanto o humano, quanto dos demais organismos que dela se utilizam. Isso é denominado comprometimento da cadeia alimentar, ou seja, no momento que determinado elo da corrente for quebrado, pela redução excessiva ou a eliminação da população de determinada espécie ou espécies, rompe-se o equilíbrio no ecossistema (Barbosa 1996).

Em Santa Catarina (SC), segundo Tagliari (1996), a quantidade e a qualidade da água estão cada vez mais comprometidas pelo manejo errado dos dejetos sanitários e animais, agroquímicos e o lixo urbano industrial. Atualmente, 85% das fontes de água do Estado possuem algum tipo de contaminação. A produção de dejetos suínos no Estado alcança 10 milhões de metros cúbicos por ano. A retirada das florestas e matas ciliares diminui a capacidade de retenção e infiltração da água das chuvas, havendo menor reposição de água nos lençóis freáticos e maior escoamento superficial, o que acelera o transporte desses resíduos para as coleções de água.

3.3. Influência das atividades agropecuárias na qualidade da água

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas indispensáveis na produção de alimentos, mas tanto uma quanto a outra têm uma necessidade imediata: o espaço físico. Isto faz do desmatamento a primeira consequência prejudicial ao ambiente. Com isto o solo desnudo fica exposto à lixiviação superficial (que leva com sigo a deposição orgânica de vegetais e sua microfauna associada) e à lixiviação profunda (que promove uma lavagem dos nutrientes nas camadas subseqüentes); tais processos resultam em empobrecimento do solo e conduzem o material para áreas mais baixas, que em geral convergem para rios e lagos (Carvalho *et al.* 2000).

Segundo Ranzini e Lima (2002), 80% dos problemas de alteração da qualidade da água em microbacias ocorrem em decorrência da erosão do solo provocada pelas diversas formas de exploração do uso da terra, havendo efeitos mais acentuados quanto maior a declividade do solo. Matos-Silva *et al.* (2008) Apontam à importância de levar em consideração que tais conseqüências ocorrem sobre as microbacias em virtude da forma tradicional de cultivo florestal, agrícola e da criação animal, além de atividades industriais.

Uma segunda prioridade para agricultura e pecuária é o suprimento de água, o que conduz ao desenvolvimento destas atividades próximo a rios e lagos. Atividades de forrageamento intensivo ou semi-intensivo bem como o manejo agrícola com uso de produtos que visam aumento de produção, gradualmente desgastam o solo exposto a escoamentos superficiais da água da chuva ou até erosões profundas. Nos dois casos há uma entrada adicional de material edáfico (componentes do solo) que carrega matéria orgânica, inorgânica e eventuais compostos químicos (Carvalho *et al.* 2000).

Estas alterações químicas e ecológicas no sistema aquático conduzem ao desequilíbrio da fauna e flora dos corpos de água resultando em prejuízos econômicos para a região, que vão desde a diminuição de captura na pesca e substituição por espécies mais resistentes, porém de menor valor comercial (atingindo uma população de renda e capacitação profissional inferiores) até o aumento do custo de aquisição e tratamento da água para consumo (Tundisi *et al.* 1995).

Em estudo realizado por Arcova e Cicco (1999) comparando corpos de água em ambiente de floresta com outros localizados em áreas destinadas à agricultura foi encontrado que variáveis como a temperatura, o oxigênio

dissolvido e a turbidez estão relacionados com esses distintos usos do solo, apontando a uma maior qualidade das águas nos ecossistemas florestais.

Por outra parte, estudos comparativos de qualidade da água em ambientes de floresta nativa e em ambientes de sistemas agro-florestais têm demonstrado que os últimos são uma boa estratégia de manejo ao utilizar os serviços ecológicos desse tipo de uso do solo em função de manter a qualidade das águas (Bueno *et al.* 2005).

3.4. Marco ambiental: Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Produção Familiar Rural da Amazônia (PROAMBIENTE)

(Tomado de: FVPP 2002)

3.4.1. Antecedentes históricos do PROAMBIENTE

A rodovia Transamazônica, com aproximadamente cinco mil km de extensão foi planejada e construída na década de 1970, tendo como objetivo principal integrar a Amazônia Brasileira ao restante do país. Para ocupar as suas margens, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) elaborou vários projetos, entre eles o projeto Altamira 1, que serviria de base para a ocupação das áreas próximas a cidade de Altamira. A Transamazônica deveria facilitar a ocupação do “vazio demográfico” da Amazônia; aliviar o Nordeste super povoado para permitir a manutenção da estrutura fundiária tradicional dos latifúndios e esvaziar as tensões e os conflitos pela posse da terra, tanto na região Nordeste quanto no Centro Sul do Brasil.

As famílias de agricultores que chegaram à Transamazônica buscavam adaptar-se às adversidades da agricultura em uma região de florestas tropicais,

enquanto as condições infra-estruturais de saúde, educação e estradas, após três ou quatro anos da implantação do projeto, mantinham-se praticamente as mesmas do início da colonização. A população continuava a aumentar com a migração espontânea, motivada pela propaganda de ofertas de terras na Amazônia; no entanto, em 1975, em torno de 40% das famílias de colonos assentadas pelo INCRA já haviam abandonado o projeto, deixando a região e regressado aos locais de origem.

No final dos anos 70 iniciou um período de dificuldades, evidenciando um quadro de contradições: de um lado, a região, através da persistência dos agricultores, demonstrava uma expressiva produção de cacau, café, pimentado-reino, frutíferas, arroz, feijão, milho, dentre outros produtos. Por outro, o desaquecimento na aplicação de recursos configurando paulatinamente, o perfil de um povo empobrecido, cercado por uma imensa potencialidade de recursos naturais.

Esse quadro de abandono contribui para que no início dos anos 80 começassem a eclodir os movimentos sociais organizados em uma luta regional pela sobrevivência na região através da implantação de projetos e experiências alternativas que melhorassem a qualidade de vida das pessoas, formando uma rede de articulação entre as organizações de trabalhadores rurais e urbanos, que participam e propõem alternativas de desenvolvimento através de projetos pilotos e políticas públicas para a região, inclusive se articulando com outros segmentos do movimento social da Amazônia e do Brasil. É nessa trajetória que no ano 2000 começa a efetivar-se a proposta do PROAMBIENTE para a região da Transamazônica, como uma iniciativa dos trabalhadores rurais através de seus Sindicatos de Trabalhadores Rurais

(STR), e da sua federação, a Federação dos Trabalhadores da Agricultura (FETAGRI) regional Transamazônica e Xingu.

3.4.2. O PROAMBIENTE

O PROAMBIENTE é um programa de desenvolvimento rural sócio-ambiental direcionado aos produtores familiares da Amazônia para a produção em sistemas equilibrados com manejo integral dos recursos naturais em toda a unidade de produção. Com o PROAMBIENTE, o espaço rural Amazônico adquire um novo papel perante a sociedade, valorizando o caráter multifuncional de produção com conservação do meio ambiente. Em sua proposta inicial o programa viria oferecer a oportunidade aos produtores familiares rurais da Amazônia de cobertura dos custos adicionais pela manutenção ambiental e remuneração dos serviços ambientais prestados à sociedade, iria criar um sistema que remunerasse aos agricultores familiares a partir da melhoria da qualidade ambiental de cada propriedade, sendo esta melhoria calcada no estímulo ao abandono paulatino de sistemas anuais de corte e queima mono-cultivos e pecuária, dando lugar aos SAF. No entanto o programa não se consolidou como política pública.

Excluído: s

Em toda a Amazônia Brasileira existem dez pólos do PROAMBIENTE, sendo três no estado do Pará, entre estes, o da Transamazônica, na mesorregião Sudoeste do estado recortado pela rodovia BR 230 e pelo Rio Xingu. Inicialmente este pólo contava com 500 famílias de agricultores, atualmente encontram-se apenas 247 famílias distribuídas em 15 grupos comunitários.

O pólo do PROAMBIENTE na Transamazônica compreende três municípios; destes, dois estão localizados ao longo da rodovia Transamazônica (Anapu e

Pacajá), os quais além de vizinhos possuem características similares: estão situados na área de colonização antiga, a princípio destinada à implantação de fazendas (criação extensiva de gado) que mais tarde foram abandonadas ou tornaram-se improdutivas devido à queda do preço da produção bovina, somando-se ao abandono do projeto de colonização na década de 80, a maior parte das populações dessas localidades ainda moram na zona rural, mas nos últimos anos percebe-se um êxodo rural considerável em função do empobrecimento dos solos e da ausência de um projeto de consolidação para a produção familiar rural, o que tem elevado o crescimento das antigas vilas, e agora cidades.

Construídas sem nenhum planejamento prévio, as cidades não possuem rede de esgoto e nenhuma política de moradia o que proporciona o crescimento do número de favelas, a água encanada além de não ser tratada, beneficia apenas uma pequena parcela da população residente na sede do município.

Um dos grandes desafios nos últimos anos na Amazônia Brasileira, no que se refere aos sistemas de produção agrícola, tem sido associar as práticas de produção com a sustentabilidade ambiental do estabelecimento, de forma que efetive um modelo de desenvolvimento sustentável que garanta benefícios às populações rurais, em especial aos agricultores familiares, com o mínimo de impacto e que possibilite a produção de alimentos em escala de auto-suficiência para estas famílias. É nesse contexto que a agricultura familiar tem promovido uma grande atuação no processo de desenvolvimento local sustentável, devido aos conhecimentos, práticas de manejo e uso dos recursos naturais com ênfase na sustentabilidade, no potencial de geração de emprego,

uso de mão-de-obra familiar e na sua capacidade de mobilização e atuação sócio-política.

Os agricultores do pólo do PROAMBEINTE detêm conhecimentos sobre a importância de desenvolver técnicas de produção sustentável, tem adquirido esses conhecimentos através de cursos de capacitação devidos seu engajamento nas suas entidades de classes (sindicatos, associações, cooperativas, etc.).

Em meio de todo esse dilema e pressão pela redução do desmatamento, em uma região que mais desmata na Amazônia através da ação de madeireiras e da pecuária extensiva, o sistema de produção das famílias do PROAMBIENTE tem resultado na manutenção de uma considerável área de cobertura florestal, o que contribui para reter a emissão de CO₂ para a atmosfera e incluem a preservação e reflorestamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) nas que se encontram as matas ciliares.

O PROAMBIENTE faz parte de um conjunto de ações encampadas pelo movimento social da Transamazônica no sentido de promover a utilização de forma racional dos recursos naturais; a consolidação de um projeto de desenvolvimento sustentável pautado na melhoria da qualidade de vida das pessoas, através de um modelo que tenha sustentabilidade em longo prazo e não apenas com ciclos de enriquecimento para alguns.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

Para a realização do trabalho foi escolhido o município de Anapu, um dos componentes do Pólo Transamazônica do PROAMBIENTE (FVPP 2002).

Anapu é um município relativamente jovem criado através da Lei no. 5.929 de 28 de dezembro de 1995. Encontra-se no Sudoeste Paraense, com uma área de 11.089km². Até 2007 contava com uma população de 5972 habitantes, da qual 4015 moram na zona rural. A densidade populacional estimada é de 0,5 habitantes por km² (PARÁ 2007).

A área é banhada por uma bacia hidrográfica constituída por uma rede de inúmeros igarapés, lagos, nascentes, além dos rios Xingu nos municípios de Anapu e Senador José Porfírio; rio Anapu, nos municípios de Anapu e Pacajá; rio Pacajá e o rio Arataú no município de Pacajá.

O clima é do tipo Tropical Úmido, tendo uma estação chuvosa entre os meses de dezembro e junho e de estiagem (menos chuvosa) nos demais meses do ano, com precipitação média anual variando entre 1.500 e 2.500 mm, temperatura média anual superior a 22^o C e umidade relativa do ar em torno de 81% (FVPP 2002).

A configuração do relevo varia entre uma superfície plana, ondulada e forte ondulada; predominância das áreas de terra firme, “baixão”(áreas alagadas) em menor proporção e ainda a constituição de uma área de várzea de inundações sazonais denominada região das ilhas, de ocorrência específica no município de Senador José Porfírio (FVPP 2002).

As áreas de “baixão” se caracterizam por permanecer encharcadas durante todo o ano ou submersas a uma leve lâmina d’água, com uma conformação vegetal composta pela Andiroba (*Carapa guianensis*), Açaí (*Euterpe olerácia*) e o Buriti (*Mauritia flexuosa*). Nestes municípios, muitos açais foram

destruídos para extração do palmito e pela derrubada para implantação de lavouras ou pastagens (FVPP 2002).

Os solos são caracterizados pelos tipos: Latossolos Amarelo/Vermelho, Podzólicos Vermelho/Amarelo, Latossolos Amarelo/Úmico e manchas de terra Roxa e Preta, sendo que os dois últimos tipos aparecem em menor proporção.

A agricultura é uma das atividades principais da região, sendo que até 2005, 5.371 ha eram destinados ao cultivo de lavouras temporárias e 3.439 ha a lavouras permanentes. Na zona rural também são desenvolvidas atividades de pecuária e de extrativismo vegetal (PARÁ 2007).

4.2. METODOLOGIA

Os estudos concentraram-se em lotes de pequenos agricultores familiares cadastrados no pólo Transamazônica do programa PROAMBIENTE (Fig. 1). O enfoque principal deste estudo foi a qualidade dos corpos d'água naturais (igarapés e rios) e em poços, grotas e cacimbas situados dentro dos limites das propriedades amostradas. A escolha dos lotes se deu através da localização e acessibilidade dos corpos d'água visualizados por imagem de satélite e mapas do pólo estudado, nos quais foram coletadas amostras no ponto da entrada e saída dos corpos d'água em cada propriedade.

Excluído:

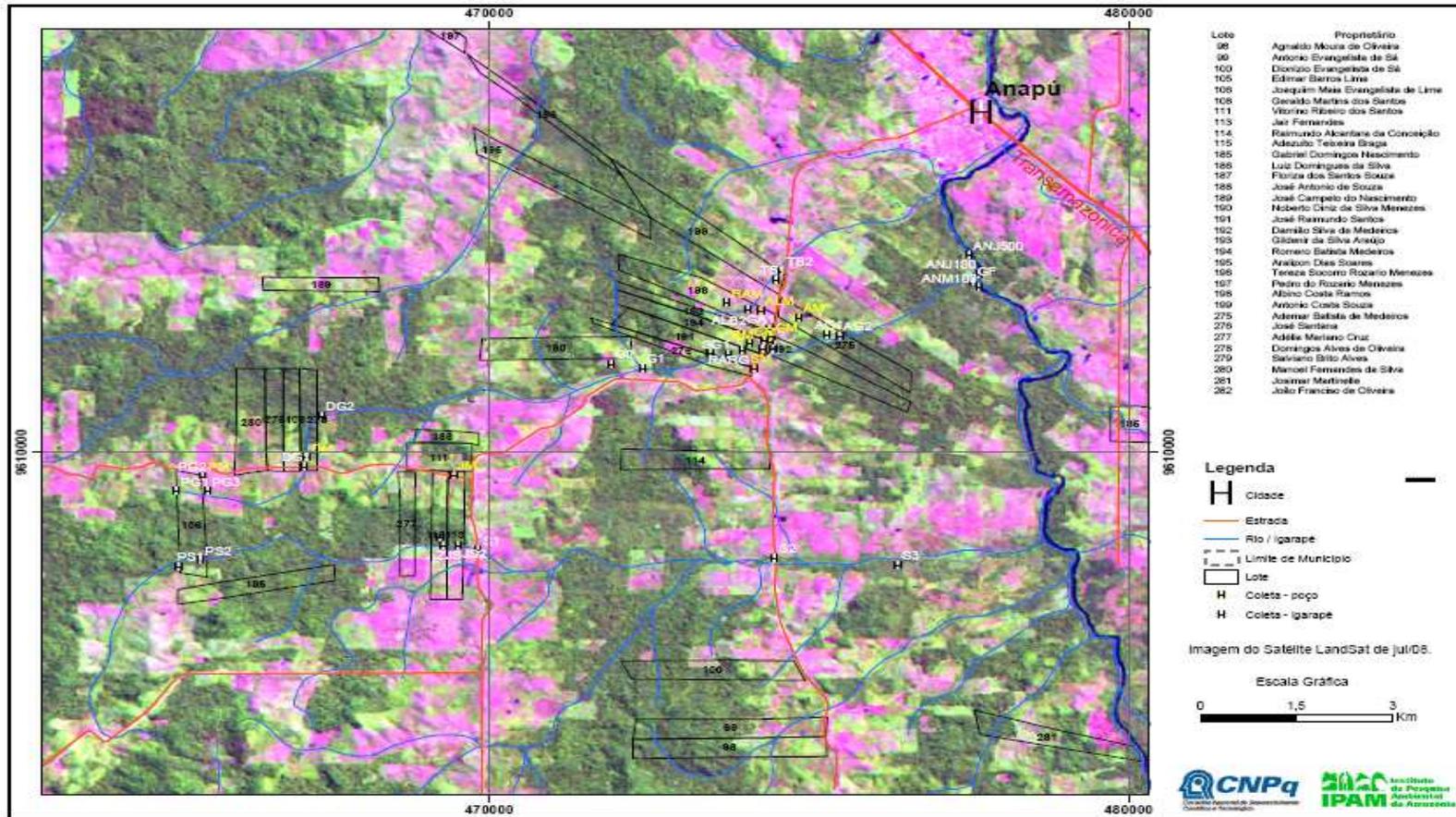


Figura 1. Mapa das propriedades rurais de Anapú, pólo Transamazônica, cadastradas no PROAMBIENTE onde estão representados os pontos de coleta.

A tomada de amostras de águas superficiais do igarapé na entrada e na saída de cada lote visou descobrir qual o efeito das atividades realizadas no lote sobre a qualidade da água e o seu estado de conservação. Também foram tomadas e analisadas amostras das fontes de água para uso doméstico e em qualquer outro corpo de água dentro do lote que pudessem denotar a influencia das atividades desenvolvidas dentro do lote na qualidade das águas. Não foram analisadas as águas de uso doméstico, quando os moradores estavam ausentes do lote, por não ter informação fidedigna sobre a fonte utilizada para esta finalidade.

As amostras de água superficiais foram analisadas *in situ*, desde as margens dos igarapés, tentando sempre tomar as amostras o mais longe possível das margens para evitar o efeito de bordas, as quais representam uma maior influencia de matéria orgânica produzida no ambiente terrestre adjacente.

Para dois dos igarapés amostrados, o Grotão da Onça e o Santaninha, os quais atravessam a maioria dos lotes estudados, foram analisadas amostras em pontos localizados fora das propriedades cadastradas no PROAMBIENTE. Isso foi feito com a intenção de verificar a existência de eventuais diferenças nos parâmetros físico-químicos da água em função da atividade desenvolvida nestas áreas, as quais de forma direta e/ou indireta contribuem para avaliar os resultados do programa na conscientização dos agricultores sobre a importância da mata ciliar.

Para o igarapé Grotão da Onça, o qual tem as suas nascentes em um dos lotes cadastrados no PROAMBIENTE e deságua no rio Anapu, foram tomadas amostras desde a sua nascente até a sua foz, com a finalidade de avaliar a sua condição hídrica e o efeito da descarga das águas desse igarapé no rio Anapu.

Foram analisadas mais três amostras de água do rio Anapu, tomadas a: 100 metros a montante da foz do Grotão da Onça, 100 metros a jusante e 500 metros a jusante.

Foi utilizado um medidor múltiplo da marca HANNA, modelo HI9812-5 para determinar as variáveis: pH (faixa de medição entre 0 e 14, precisão $\pm 0,1$), Temperatura da água (faixa de medição entre 0 e 60, precisão ± 1) e Condutividade elétrica (CE) (faixa de medição entre 0 e 1990, precisão $\pm 2\%$ do valor medido). O Oxigênio Dissolvido (OD) foi medido usando o oxímetro DO-5510 da marca LUTRON, com uma faixa de medição de 0 a 20mg/L O₂ e precisão de $\pm 0,4$. A Turbidez foi analisada com auxílio de um turbidímetro da marca HANNA modelo HI93703, com faixa de medição de 0,00 a 50,0 UTN (Unidades de Turbidez Nefelométrica) (precisão $\pm 0,5$) e 50 a 1000 NTU (precisão 5% do valor medido).

As concentrações de Amônia (mg/L NH₃) e Fosfatos (mg/L P) foram analisadas pelo método de comparação colorimétrica do Ecokit Sênior da Alforkit.

Também foi medida a Temperatura do ar no momento da coleta das amostras usando um termômetro com faixa de medição entre 0 e 70°C e precisão de 0.1°C.

Usando o método de observação visual, e com o objetivo de ajudar na interpretação dos resultados físico químicos, foram registradas as variáveis de presença/ ausência: espuma, corpos flutuantes, odor, peixes e outros organismos, e cobertura vegetal nas margens. Para cada medição foi anotada a hora, as condições climáticas (sol, nublado, chuva, sereno) e foi estimada a profundidade (P) do corpo de água no ponto da coleta das amostras. Foram

também marcadas as coordenadas para cada ponto de amostragem usando um GPS.

Para estimar a quantidade de material em suspensão (seston ou sedimento) foi utilizada a metodologia descrita por Strickland & Parsons (1972) modificado por Bondungen *et al.* (1991) in Baumgarten *et al.* (1996). O método utilizado foi o gravimétrico, no qual um volume conhecido da amostra foi submetida a um processo de filtragem em sistema de filtragem Millipore em acrílico Nalgene (47 mm) acoplado à uma bomba de Vácuo e Pressão manual da Nalgene. A amostra foi filtrada sob pressão de 30 Kps, em um filtro de fibra de vidro tipo GF-3 (porosidade de 0,45 µm e 47 mm de diâmetro) pré-pesado e, após secagem, o filtro contendo o material retido foi repesado. Para a quantificação do material em suspensão, utilizou-se a fórmula:

$$MS = ((P_2 - P_1) \times 10^6) / V$$

Onde: MS = mg/l de MS (peso seco) = Material em suspensão ou Seston; P₂ (g) = Peso do filtro com o material em suspensão seco; P₁ (g) = Peso do filtro limpo; V (ml) = Volume da amostra filtrada; 10⁶ = Fator de correção de g/ml para mg/l.

Nas fontes de água para uso doméstico, além desses parâmetros, foi analisada a qualidade microbiológica da água por meio do Kit microbiológico TECNOBAC da Alfakit que permite obter o número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de coliformes fecais, coliformes totais e salmonelas.

Para o processamento dos dados e discussão dos resultados, os mesmos foram agrupados usando como critério a origem da água analisada. Resultando num grupo formado pelas amostras do igarapé Grotão da Onça, outro formado

pelo igarapé Santaninha, outro formado pelos igarapés A e B, e outro formado pelas amostras tomadas de águas para uso doméstico, provenientes de poços, grotas e cacimbas.

O processamento estatístico dos dados foi realizado no programa Primer 5. A análise SIMPER foi utilizada para conhecer as porcentagens de similaridade entre as amostras de cada grupo e a contribuição de cada parâmetro a essa similaridade. Foi efetuada também a Análise de Cluster (análise de agrupamento não paramétrico) para representar graficamente essas similaridades.

Nas propriedades onde foi possível conversar com os proprietários, foi aplicado um questionário (Anexo 1), desenhado pelos próprios pesquisadores, com o objetivo de conhecer ações desenvolvidas no lote que pudessem estar afetando as fontes de água.

Para classificar as águas e determinar qual o tipo de atividades para as quais estão aptas, foi usada como referência a RESOLUÇÃO CONAMA No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 (para consultar Classificação das águas, ver Anexo 2).

Também foi usada como referência para águas de consumo humano, a Portaria Nº 518 de 25 de Março de 2004 do Ministério da Saúde.

4.3. DESENHO AMOSTRAL

A amostragem foi realizada em setembro de 2008. Foram visitadas doze propriedades, o que permitiu realizar análises de água em quatro igarapés: o igarapé Santaninha (S), na sua porção final e até a sua desembocadura no Igarapé Santana; o igarapé Grotão da Onça (G), que nasce num dos lotes

estudados; e dois pequenos igarapés sem nome chamados neste estudo A e B, que nascem dentro de lotes da área de estudo e deságuam no Igarapé Grotão da Onça.

A nomenclatura usada para denominar os pontos de amostragem foi a seguinte: a letra inicial do nome ou apelido do dono (foram usadas duas letras para os casos de iniciais repetidas), seguido da letra com que foi designado cada Igarapé e depois o número 1 para o ponto onde o igarapé entrava no lote e o número 2 para o ponto onde o igarapé saía do lote. No caso das propriedades onde foi analisada a água destinada a consumo humano, o ponto foi denominado igualmente com a letra inicial do nome ou apelido do dono, seguido da letra M (análises Microbiológicas).

Os lotes escolhidos foram (Fig. 1):

106: Joaquim Maia Evangelista de Lima (Paraíba). Esse lote é atravessado pelo igarapé Santaninha e nele também nasce o igarapé Grotão da Onça. A nascente deste último igarapé fica próxima de um dos limites laterais da propriedade e é utilizado pelos moradores do lote vizinho (o qual não faz parte do PROAMBIENTE), para as atividades domésticas. Sendo que no lote existem várias nascentes de água, foi analisada uma delas que fica perto do poço destinado a uso doméstico, e que é usada para lavar roupa e louça. A letra inicial adotada nesse lote foi o P. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

113: Jair Fernandes. Lote atravessado pelo Santaninha. A letra adotada para nomear os pontos foi o J. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

115: Adezuito Teixeira Braga (ZÚ). Lote atravessado pelo Santaninha. A letra adotada para nomear os pontos foi o Z. Não foi feita análise microbiológica por não ter ninguém no lote no momento da coleta das amostras, mas foi preenchido o formulário com o dono na cidade.

191: José Raimundo Santos. Lote atravessado pelo Grotão da Onça. Foram adotadas duas iniciais, RA. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

192: Damião Silva de Medeiros. Lote atravessado pelo Grotão da Onça, sendo que o ponto de entrada fica na beira da estrada, bem perto de uma ponte. Nesse caso foram usadas duas letras para nomear os pontos, pois existe outro agricultor com a mesma inicial, foi designado como DM. Não foi feita análise microbiológica e também não foi preenchido o formulário.

193: Gildenir da Silva Araújo. Lote atravessado pelo igarapé B, que nasce no lote e corre em direção sudoeste até se encontrar com o Grotão da Onça. A letra inicial adotada nesse lote foi o G. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

194: Romero Batista de Medeiros. Lote atravessado pelo Grotão da Onça. A letra inicial adotada nesse lote foi o R. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

198: Albino Costa Ramos. Lote atravessado pelo igarapé C, que nasce próximo à divisa do lote e corre ao nordeste até desaguar no Grotão da Onça. Foram adotadas duas iniciais, AL. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário, só que nesse caso eles consumem água do poço do vizinho, então coletamos água desse poço para as análises.

199: Antonio Costa Souza (Toínho). Lote atravessado pelo igarapé C. A letra inicial adotada nesse lote foi o T. Não foi feita análise microbiológica, nem foi preenchido o formulário, por não ter ninguém na casa.

275: Ademar Batista de Medeiros. Lote atravessado pelo Grotão da Onça. A letra inicial adotada nesse lote foi o A. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

276: José Santana. Lote atravessado pelo Grotão da Onça. A letra inicial adotada nesse lote foi o S. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

278: Domingos Alves de Oliveira. Lote atravessado pelo Grotão da Onça. A letra inicial adotada nesse lote foi o D. Foi feita análise microbiológica e foi preenchido o formulário.

Os pontos de amostragem localizados nas divisas entre dois lotes, onde coincidiram a saída do igarapé de um deles com a entrada no outro, foram nomeados usando em primeiro lugar a inicial do dono do lote de onde o igarapé estava saindo, seguida da inicial do dono do lote onde o igarapé estava entrando e a continuação a inicial do igarapé.

Os pontos de amostragem localizados fora dos lotes foram nomeados começando com a letra designada para o igarapé, seguida de um número em ordem sucessivo para indicar a quantidade de pontos analisados fora das propriedades.

No caso da amostra coletada na foz do Grotão da Onça, o ponto foi designado GF e para os pontos coletados no rio Anapu, foram designados: ANM100 (rio Anapu 100m a montante da foz do Grotão), ANJ100 (rio Anapu 100m a jusante da foz do Grotão) e ANJ500 (rio Anapu 500m a jusante da foz do Grotão).

Foram analisadas 42 amostras, delas, nove correspondentes a águas de uso doméstico.

No Anexo 3 aparecem imagens de todos os pontos amostrados no presente estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises das amostras do igarapé Grotão da Onça.

O igarapé Grotão da Onça, nasce sem nome conhecido no antigo lote do Sr. Paraíba, e só começa a ser chamado de Grotão da Onça chegando a área dos lotes do Santana e do Raimundo. A nascente do igarapé, como já foi comentado, fica muito próxima à divisa Leste do lote, e é utilizada pelos moradores do lote vizinho como fonte de água para diversas atividades. Na visita ao local foram observados materiais usados para tomar banho e lavar louça, além de fezes humanas nas proximidades da nascente.

O Grotão percorre sete lotes cadastrados no PROAMBIENTE antes de desaguar no rio Anapu, sendo que a maior parte do seu curso passa por áreas não cadastradas no projeto.

O horário de coleta, condições climáticas, profundidade do corpo d'água e temperatura d'água e do ar para este grupo de amostras, aparecem na tabela 1.

Tabela 1. Hora de coleta, condições climáticas, profundidade do corpo d'água, temperatura da água e do ar e número da imagem no Anexo 3, para as amostras do Grotão da Onça.

Pontos de amostragem	Condições climáticas	Hora	Profundidade (m)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	Imagem
						(Anexo 3)
PG1	sol	13:00	0,1	26	30	1A
PG3	nublado	09:40	0,2	26	26	2
PG2	nublado	11:00	0,15	25	30	1B
DG1	sol	16:00	0,15	30	31	3A
DG2	nublado	09:30	0,3	24	25	3B
DMG1	nublado	11:50	0,6	25	27	4A
DMG2	sol	14:05	0,15	27	32	4B
AG1	nublado	12:05	1	26	32,5	5A
AG2	nublado	12:35	0,5	27	33	5B
SG1	nublado	15:00	0,2	28	28	6A
SRAG	nublado	12:50	0,4	27	28	6B
RARG	sol	13:25	0,4	27	28,5	6C
RG2	nublado	16:45	0,3	28	30	6D
G1	sol	16:50	0,4	30	34	7A
G2	nublado	17:30	0,1	30	30	7B
GF	chuva	09:15	0,3	25	24	8

Na análise de agrupamento (Fig. 2), as amostras se dividem em vários grupos segundo a similaridade entre elas, levando em consideração os parâmetros estudados. Segundo a análise SIMPER, as variáveis com um maior peso na dissimilaridade entre os pontos e a similaridade entre as amostras de um mesmo lote são a condutividade elétrica, os materiais em suspensão e a turbidez, que chegam a completar até mais de 90% da contribuição à diferenciação entre os pontos de amostragem. Os outros parâmetros com contribuições geralmente menores que 5%, evidenciam uma constância desses parâmetros quando medidos num mesmo corpo de água.

No cluster se observa uma nítida separação da amostra PG1, a nascente do igarapé, que mantém uma dissimilaridade de mais de 45% com o resto das amostras. Esse ponto se encontra sob uma forte ação antrópica que parece ser responsável pelos resultados obtidos para os diferentes parâmetros.

As maiores similaridades apareceram entre as amostras de lotes contínuos, como é o caso dos pontos coletados entre as propriedades do Sr. Santana, do Sr. Raimundo e do Sr. Romero. Os pontos G1 e GF, coletados fora dos lotes do PROAMBIENTE também aparecem com uma similaridade alta, sendo que apresentam características semelhantes entre si, que serão discutidas neste trabalho. Já o G2 ficou mais separado, pois das amostras analisadas fora das propriedades do projeto, é a única cujas margens estão protegidas por mata primária. Mesmo assim, os resultados obtidos evidenciam alguma atividade sendo realizada no lote que está afetando a qualidade do corpo d'água nesse lugar.

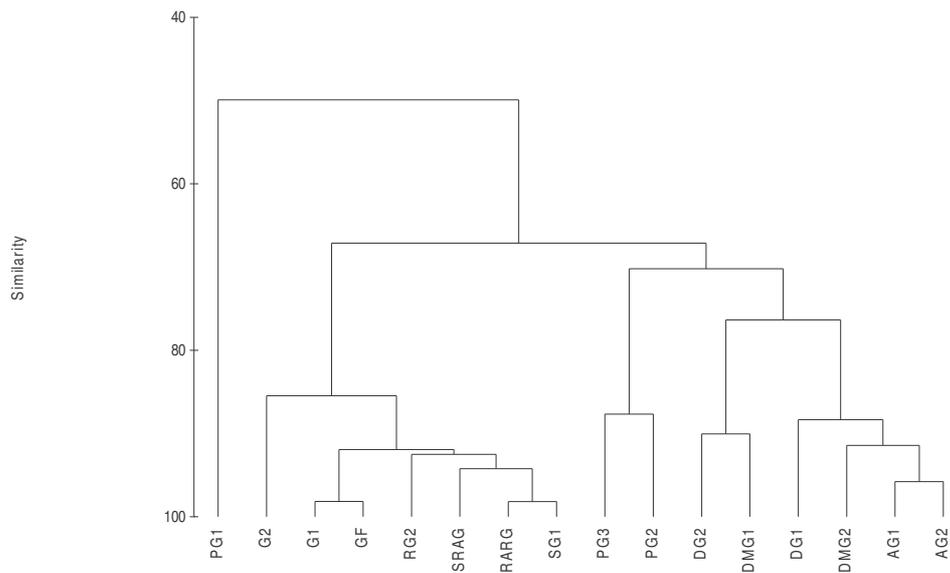


Figura 2. Análise de Agrupamento não paramétrico (cluster) para as amostras do Grotão da Onça.

As amostras coletadas dentro dos lotes do Sr. Paraíba (P) e do Sr. Ademair (A), são mais semelhantes entre si, do que com outras amostras, o qual fala da manutenção de determinadas condições dentro do lote, responsáveis por determinadas características do igarapé. A maneira como essas condições locais podem estar influenciando as variáveis registradas no presente estudo, será discutido mais adiante.

Dentre as variáveis com uma menor contribuição, o OD é a que apresenta uma maior participação nos resultados, chegando até 9,7%. No curso do Grotão da

Onça, os valores registrados estiveram entre 4,6 e 9,2 mg/L O₂ (Fig. 3), com uma média de 7,6 mg/L O₂, sendo que 87% das amostras teve um valor superior a 6 mg/L O₂. Esses valores são maiores do que os encontrados por Hernández-Muñoz *et al.* (dados não publicados) em rios e igarapés de maior largura e profundidade. Isso se deve ao fato de que uma das formas de entrada do oxigênio nos ecossistemas aquáticos, é através do intercâmbio entre oxigênio dissolvido presente na superfície da coluna d'água e o oxigênio atmosférico. Quando o igarapé apresenta pouca profundidade (uns poucos centímetros neste estudo) favorece um maior contato entre toda a coluna d'água e o ar, aumentando assim a concentração de oxigênio dissolvido na água. Outra modalidade de entrada de OD na água é através da produção do mesmo via processo fotossintético realizado pelas algas planctônicas e bentônicas, e plantas aquáticas, o qual dependerá da presença desses organismos na água e da disponibilidade de luz solar, indispensável para o processo de fotossíntese (Carvalho *et al.* 2005). Os pontos com valores mais baixos foram SRAG (divisas dos lotes do Sr. José Raimundo e do Sr. José Santana) e G2. Nos dois casos, os igarapés estavam atravessando uma área de mata primária onde o curso d'água estava praticamente todo protegido pelo dossel das árvores, limitando a quantidade de luz solar que esses igarapés recebem. A presença dessa vegetação implica uma fonte de entrada de matéria orgânica no sistema que pode levar a um maior consumo de O₂ durante o processo de decomposição dessa matéria pelos microorganismos presentes na água (Carmouze 1994; Palhares *et al.* 2000). Para G2 em particular também pode ser considerado que a amostra foi coletada no final da tarde, horário em que os níveis de OD começam diminuir na água produto da

extinção da luz solar e da intensificação do processo de respiração das algas e plantas aquáticas, que também consome oxigênio.

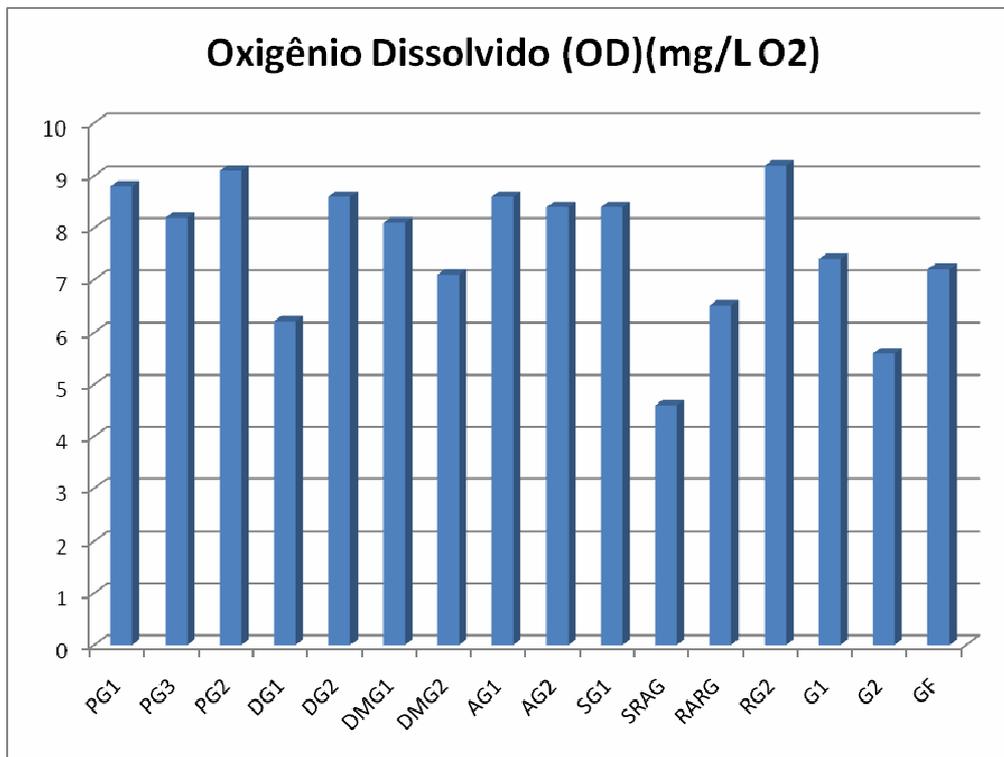


Figura 3. Valores da concentração de Oxigênio Dissolvido (mg/L O₂) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

A condutividade elétrica (CE) é um dos parâmetros com maior influência na dissimilaridade entre as amostras. Observando os resultados (Fig. 4), dá para perceber como o igarapé mantém valores próximos da CE dentro do mesmo lote, em consequência com as características similares enquanto à composição dos solos, influência humana, cobertura vegetal nas margens, que são geralmente homogêneas dentro de cada propriedade.

Ribeiro (2004) estudou dois igarapés de Belém, um deles atravessando uma área urbana com sinais notórios de antropização (Igarapé Paracuri) e o outro atravessando uma área rural e apresentando poucos sinais de influência humana (Combu). Os valores de CE obtidos no presente estudo são semelhantes aos reportados por Ribeiro (2004) para o Combu durante a estiagem, período em que a CE tende a ser maior, sem o efeito diluente que sofrem muitas variáveis da água, produto da pluviosidade durante a época chuvosa.

É possível que os valores mais altos reportados em SRAG e RG2, estejam associados às características próprias da composição do solo nesse grupo de lotes, pois são semelhantes aos resultados encontrados no lote contíguo para um corpo de água diferente, o Igarapé A (Fig.19). Também podem estar associados às atividades produtivas que são desenvolvidas nos lotes e que, segundo Rios-Villamizar e Waichman (2007), aumentam os valores da CE na água. Em todos os pontos de amostragem, os igarapés possuem mata ciliar nas bordas, composta em alguns pontos por capoeira (de 7 e 18 anos de idade) e em outros por mata primária. No caso dos três últimos pontos, G1, G2 e GF, tomados na parte final do igarapé e na sua foz, os maiores valores são o G1 e GF, o que pode estar influenciado pelo arraste de materiais desde terra até o igarapé, dada à ausência de mata ciliar que proteja as margens nesses pontos (Barbosa 1996). O ponto G2 se encontra numa zona onde ainda é preservada a mata primária. Pelo fato desses pontos estarem fora do PROAMBIENTE, se desconhece o tipo de atividades agrícolas que são realizadas nas áreas adjacentes e se há a utilização de fertilizantes ou agrotóxicos que possam influenciar nos resultados, ao serem arrastados até o

rio. Segundo Mello *et al.* (2005), altos valores de CE (maiores de 100) são evidência da influência antrópica.

Uma amostra que se destaca entre todas elas, é a nascente do igarapé - PG1. Como já foi comentado anteriormente, as condições nesse ponto sugerem uma qualidade d'água bastante comprometida, devido à contaminação com esgotos domésticos, detergentes, dejetos orgânicos, além da fragilidade própria da área da nascente, onde o curso de água é pouco profundo e bem estreito.

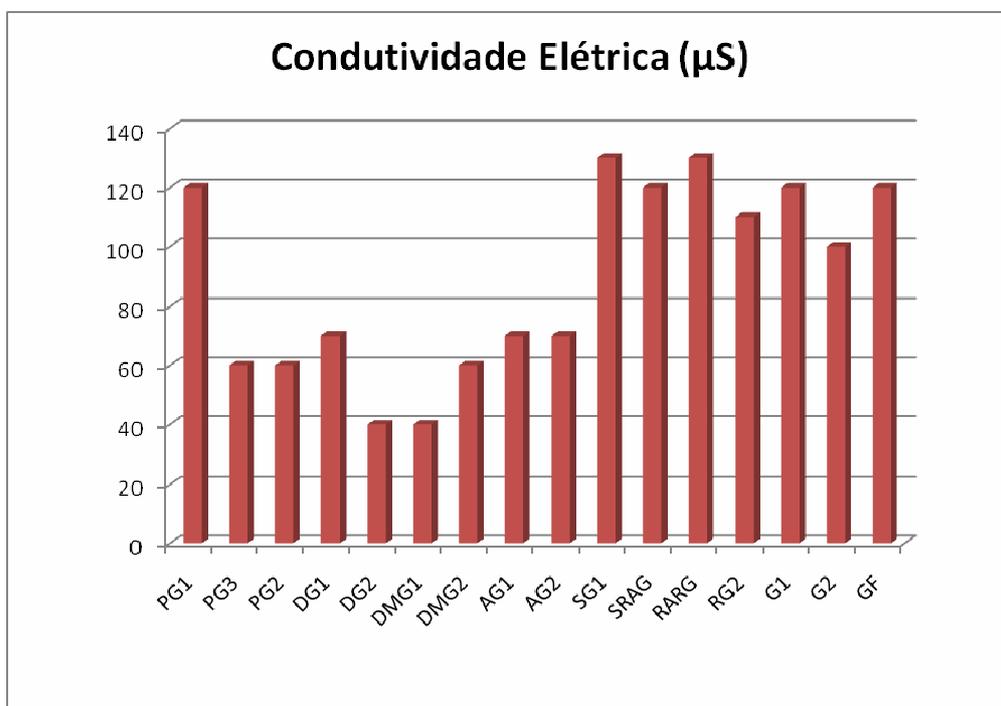


Figura 4. Valores da Condutividade Elétrica (CE) (μS) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

Para o pH, os resultados obtidos também são semelhantes aos encontrados por Ribeiro (2004) no Combu durante a seca. Os valores estiveram entre 5,2 e 6,7 (Fig. 5), sendo que a média foi 6,1. Também coincidem com os

encontrados por Mello *et al.* (2005) em dois igarapés de Manaus, em pontos afastados da influência de resíduos industriais. Segundo a Resolução CONAMA No. 357, a faixa de pH recomendada para qualquer uso humano, e para um melhor equilíbrio paisagístico e conservação da natureza, é entre 6 e 9. O pH da água, segundo Sioli (1968), está muito relacionado com as características geológicas e mineralógicas da região. Os solos da área, maiormente do tipo argilo-arenosos, apresentam um pH próximo a 6. As variações em torno a esse valor poderiam estar relacionadas com a presença de determinados íons no solo (Cl^- , PO_4^{3-} , Ca^{+2} , N^+) que podem ter uma influencia positiva ou negativa na acidez da água (Ribeiro 2004). No ponto PG3, que apresenta um dos valores de pH mais baixos do grupo, deve ser considerado que o lugar é usado para lavagem de louça e roupa, recebendo entradas de detergentes e saponáceos que podem estar modificando essa e outras variáveis em estudo (Moreira *at al.* 2006).

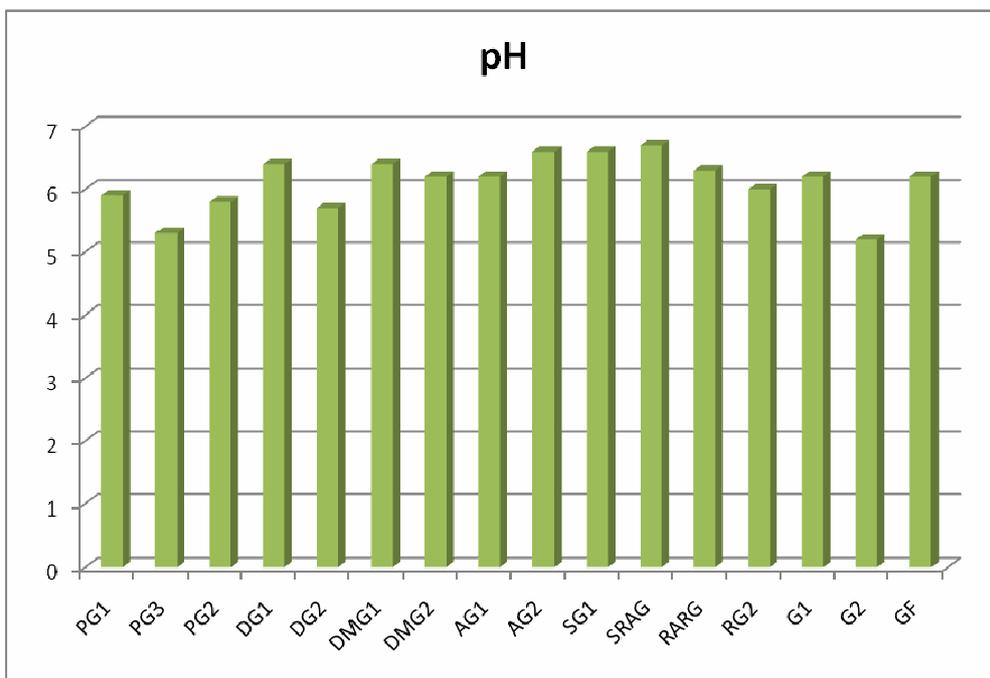


Figura 5. Valores do pH para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

Mais uma vez, na análise dos resultados para a turbidez (Fig. 6), destaca-se com o maior valor PG1, o que era de se esperar, dadas as características apreciáveis através de simples observação visual no local de amostragem. Foi também neste ponto onde se obteve a maior quantidade de material em suspensão dentre todas as amostras analisadas. Esses resultados parecem ser a consequência do uso intensivo da nascente do igarapé pelos moradores do lote vizinho, sem nenhum cuidado no que diz respeito à conservação das águas, nem tendo em consideração a importância da preservação das nascentes na saúde ambiental do resto do igarapé e na conservação das relações ecológicas entre os distintos componentes do ecossistema, o qual permite que continue a prestar os muitos serviços ecológicos que beneficiam aos moradores da região. Provavelmente essa pode ser a causa do pior estado ambiental do Grotão da Onça se comparado com o igarapé Santaninha, cujos resultados serão apresentados em outra parte deste estudo. A preservação das nascentes é da maior importância, pois afetações nelas podem se reverter em modificações no fluxo de água e dos efluentes (Pires e Santos 1995);

Excluído: -

Outro ponto com uma turbidez alta é o DG1, a entrada do igarapé ao lote do Sr. Domingos, que fica muito próxima da estrada, o qual recebe a influência da poeira da estrada, resultante da passagem de carros e caminhões pela ponte sobre o igarapé. O dono do lote também se referiu ao fato de que o gado do vizinho bebe água perto desse ponto, o que pode estar influenciando os valores da turbidez ao apresentar um aporte maior de matéria orgânica no sistema, além de manter as águas turvas devido ao pisoteio constante do gado. É bem possível que a presença do gado possa contribuir decisivamente para

que a turbidez esteja mais elevada, pois no ponto DMG1, que também fica na beira da estrada, não foram reportados valores tão altos para esse parâmetro. O ponto AG2, onde também se registra um valor maior de turbidez, é usado com bebedouro de gado.

Nas amostras coletadas fora dos lotes do PROAMBIENTE, a turbidez apresentou valores altos se comparados com a maioria das outras amostras. Como já foi dito quando discutidos os resultados da CE, esses valores podem estar relacionados ao fato de não ter mata ciliar nos pontos G1 e GF, o que faz com que um maior número de partículas sejam carregadas do sistema terrestre até o curso d'água, provocando em longo prazo o assoreamento do igarapé (Barbosa 1996; Viana 2004). No caso da amostra G2, a qual se encontra protegida por mata primária, a turbidez pode estar associada a outros fatores, já que como também foi dito anteriormente, as atividades realizadas nesse lote são desconhecidas e nenhum trabalho de conscientização ambiental foi realizado, sendo que se conhece que determinadas práticas agrícolas produzem um aumento nos valores deste parâmetro (Arcova e Cicco 1999).

De qualquer forma os valores obtidos no presente estudo estão muito abaixo do máximo reportado para o igarapé Combu (Ribeiro 2004) em condições de pouca influência antrópica.

Segundo a Resolução CONAMA No. 357, exceto a amostra PG1, no resto dos pontos as águas podem ser classificadas como de Classe 1.

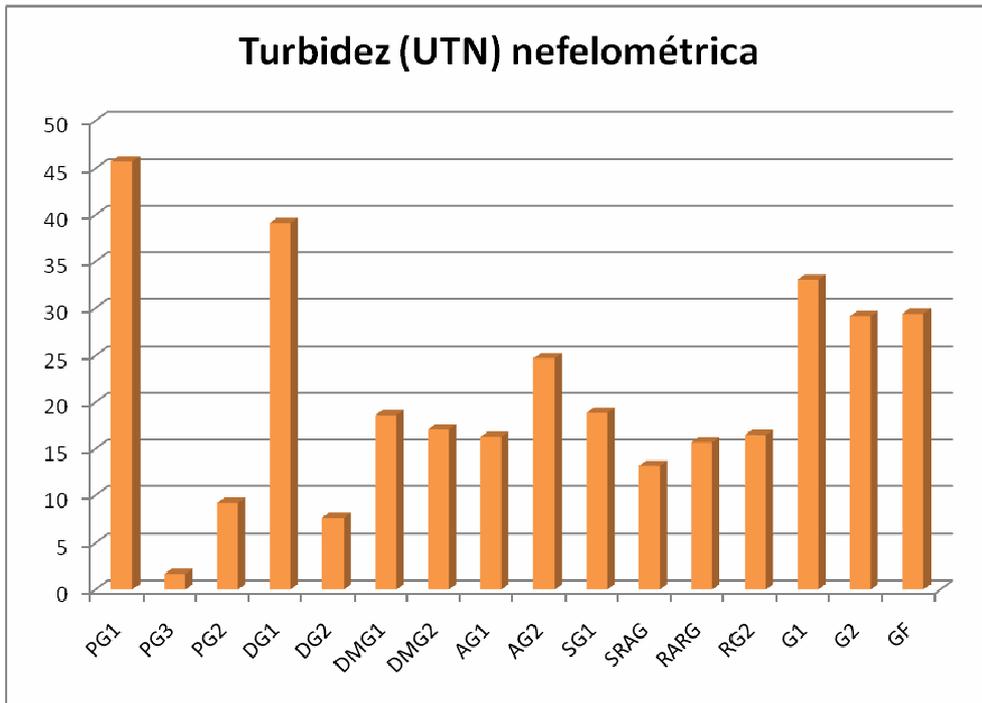


Figura 6. Valores da Turbidez (UTN) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

O resultado mais relevante obtido para material em suspensão foi no ponto PG1 como já foi discutido anteriormente (Fig.7). Os pontos PG2 e PG3 também com valores altos, se encontram dentro da propriedade do Sr. Paraíba, sendo que o PG3 é uma outra nascente que é usada para lavagem de louça e roupa; e PG2, na divisa do lote, fica perto de uma área usada como bebedouro de gado pelo vizinho. Fatores esses que podem estar incidindo num maior aporte de material em suspensão (Duarte 2007).

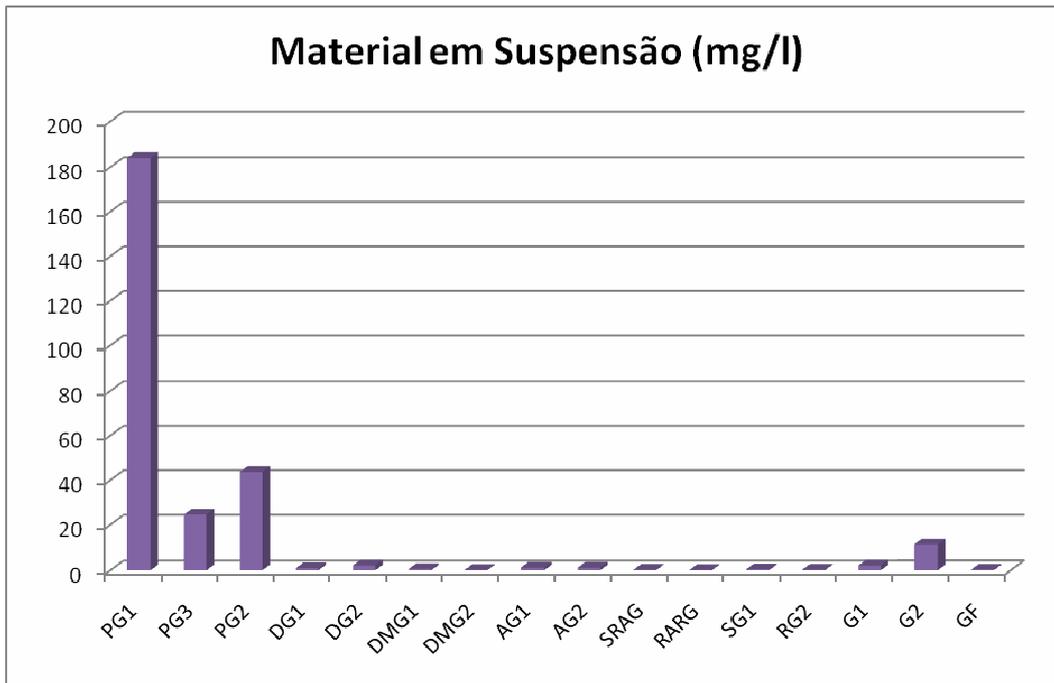


Figura 7. Valores de Materiais em Suspensão (sedimentos) (mg/L) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

O nitrogênio em suas distintas formas é um dos nutrientes presentes na água, que comporta uma grande importância no desenvolvimento da vida aquática. A presença de amônia na água pode ser consequência de processos biológicos naturais como a degradação da vegetação aquática e as atividades do fito e zoobentos (Ribeiro 2004). Quando encontrada em valores muito elevados, pode ser um indício claro da entrada recente de esgotos domésticos ou industriais, e resquícios de fertilizantes nitrogenados no sistema. A amônia reportada nas fontes de água analisadas é mais provavelmente proveniente de processos naturais, e seu valor pode sofrer acréscimos através do aporte de nitrogênio contido nas folhas quando as mesmas caem nos corpos d'água. No ponto PG1, mais uma vez apresentando um dos valores mais altos obtidos, cabe pensar na influência de esgotos domésticos, dadas a interferência humana

na nascente do Grotão da Onça, unido às condições próprias da nascente que não estão permitindo uma auto-recuperação do ecossistema. No DG1 existe a influência muito perto e a montante no igarapé, das atividades do gado do vizinho, que também podem estar contribuindo para um maior enriquecimento com nitrogênio. Existem outros pontos em que também foi registrada influencia de gado, mas que têm outras características como uma maior largura, ou maior profundidade, ou o ponto de amostragem está protegido por mata ciliar e longe de outros fatores que não limitam a capacidade de resiliência do ecossistema.

Os resultados obtidos para Amônia não ultrapassaram o limite máximo estabelecido na Portaria No. 518 do Ministério de Saúde, o que fala a favor da qualidade das águas estudadas, pelo menos enquanto a esse parâmetro.

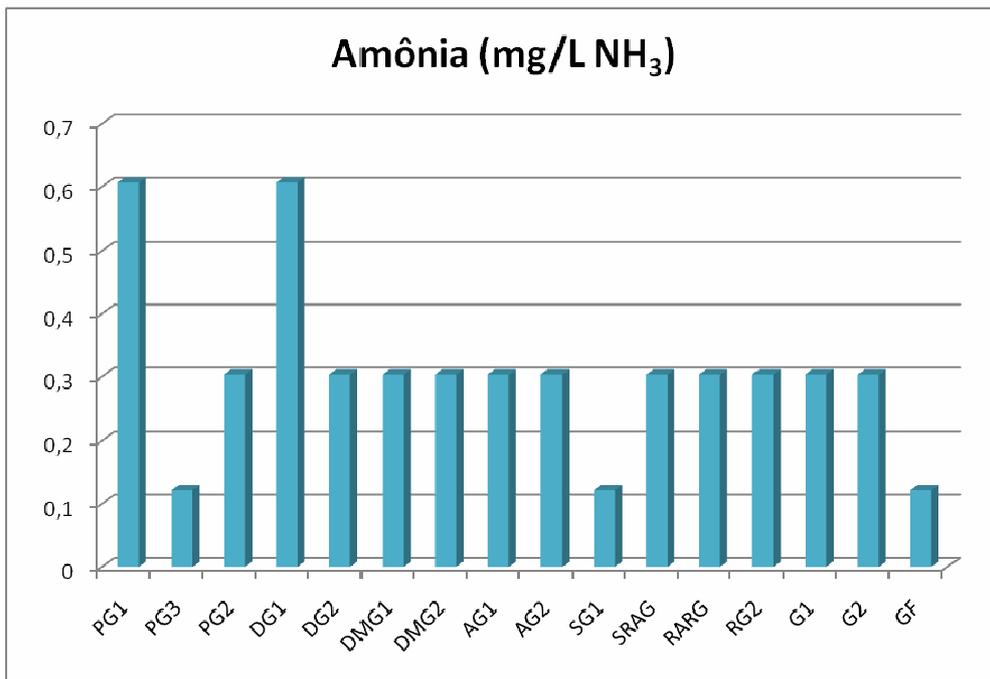


Figura 8. Valores de Amônia (mg/L NH₃) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

A nascente do Grotão da Onça é, mais uma vez, a amostra que se diferencia do resto enquanto ao teor de fosfatos na água (Fig. 9), o que é compreensível dado que o fosfato quando presente em quantidades superiores a 0,025mg/L, sugere a influência de despejos domésticos (ou industriais), liberação de fezes nas águas e de produtos de limpeza (Ribeiro 2004). Todos esses fatores foram constatados no ponto PG1. PG3, também com um valor alto de fosfato, é usado, como já foi comentado, na lavagem de roupas e louça, o que implica a entrada de distintos produtos de higiene no sistema. Segundo Lopes *et al.* (2007), à maior proximidade da fonte de contaminação se traduz em valores mais altos de fosfatos. No ponto DMG2, o dono do lote não se encontrava no lugar e não foi possível falar com ele, porquanto se desconhecem as atividades realizadas nas áreas próximas ao igarapé.

No SRAG podem estar coincidindo um grupo de fatores. Ao se encontrar o ponto na divisa dos lotes do Santana e do Raimundo, a água pode estar recebendo alguma influência de fertilizantes e venenos que foram usados nas roças desses agricultores. No caso de RG2, que também apresenta um valor alto de fosfato foi comprovado que a fossa se encontra a 70 metros do igarapé, o que pode estar ocasionando uma contaminação com fezes do curso de água, com o aumento conseqüente nos níveis de fosfatos.

No local de amostragem de G1, que é uma área de pasto, deu para perceber um odor forte de fezes de gado, que sugerem a contaminação do lugar com tais produtos. O mesmo foi constatado em G2, no entanto, não temos informações sobre o uso das áreas que possam estar afetando essa variável. Neste momento da análise é interessante destacar como o ponto G2, mesmo estando num ambiente de mata primária, tem apresentado características

negativas de qualidade da água, não reportadas para outros pontos com mata primária dentro de lotes do PROAMBIENTE; e que sugerem a realização na área de determinadas atividades que estão afetando o ecossistema.

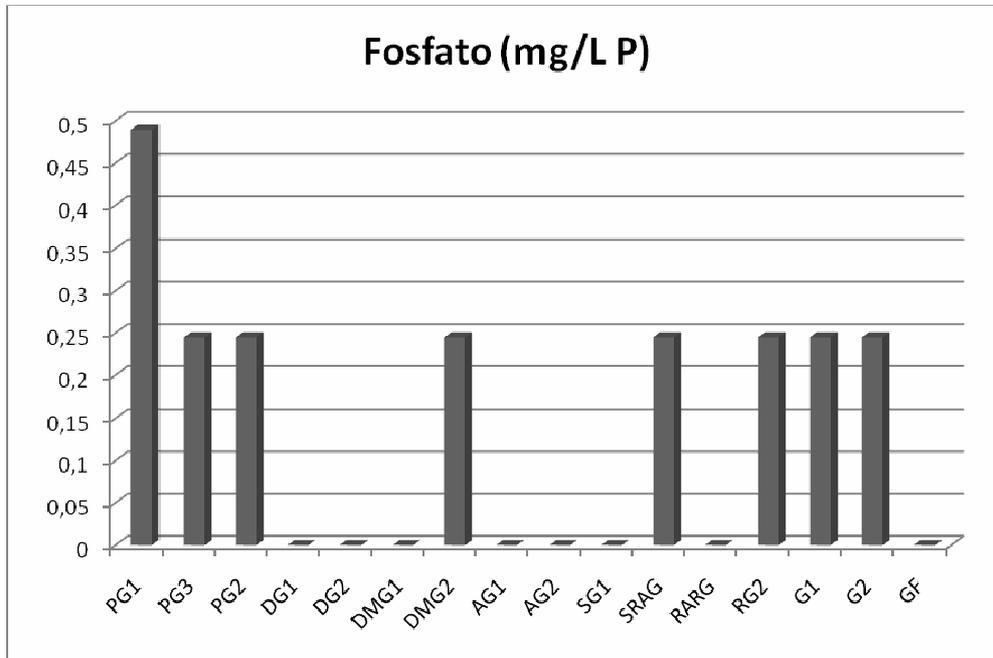


Figura 9. Valores de Fosfato (mg/L P) para as amostras do igarapé Grotão da Onça.

Durante a coleta de outras amostras do grupo, foi observada a presença de gado próximo ao igarapé, e foi constatado o uso de algum produto químico no lote, sem que esse fato tenha se refletido num valor alto de fosfato nos resultados. O mesmo aconteceu na análise de outros resultados. É sempre bom levar em consideração que cada ecossistema é único e têm diversas estratégias para reagir ante os distúrbios introduzidos, apresentando diferentes capacidades de resiliência e recuperação, em função da interação de fatores dos quais depende o equilíbrio intrínseco do sistema. A combinação de variáveis tais como largura do igarapé, profundidade, tipo de cobertura das

margens, composição dos solos, dentre outras, pode estar resultando numa maior ou menor facilidade do curso de água para realizar a sua própria manutenção, influenciando na qualidade ambiental do corpo d'água.

Através de toda a análise, dá para perceber como fora dos lotes do PROAMBIENTE aparecem resultados que não concordam com as condições aparentes do lugar, e que evidenciam a prática de atividades nem sempre realizadas com o cuidado de não prejudicar o ambiente. Cabe destacar que nos lotes do PROAMBIENTE, desde o começo do programa não foi derrubada a mata ciliar e em conversas com os moradores, eles se referem como a presença da mata faz com que o corpo d'água se mantenha ao longo do tempo.

Analisando os resultados para as amostras tomadas no rio Anapu, 100 m antes e 100 e 500 m depois da foz do igarapé Grotão da Onça (Tabela 2), dá para perceber como a afluência das águas do Grotão não provoca uma variação notória nas características físico químicas do rio Anapu, compreensível se considerado que o rio Anapu é um corpo d'água com uma largura bem maior do que o Grotão, maior profundidade e também maior correnteza que pode se traduzir num maior recâmbio das águas. O parâmetro que apresentou valor mais diferenciado, se considerada a influência da desembocadura das águas do Grotão no rio Anapu, foi a Turbidez, mas observando a tabela 2, observa-se que após 100 metros não dá para notar o efeito do Grotão da Onça nas características das águas do rio Anapu.

Tabela 2. Dados físico-químicos registrados no rio Anapu 100m a montante e 100 e 500 m a jusante da foz do igarapé Grotão da Onça. Aparece também o número da imagem correspondente a cada ponto, a consultar no Anexo 3.

Variáveis	ANM100	GF	ANJ100	ANJ500
Oxigênio Dissolvido				
(OD)(mg/L O ₂)	6,9	7,2	7	6,6
pH	5,6	6,2	5,4	5,6
Condutividade Elétrica (μS)	120	120	120	120
Turbidez	6,14	29,4	5,06	2,76
Material em suspensão (mg/l)	0,3	0,375	0,2	0,2
Amônia (mg/L NH ₃)	0,1214	0,1214	0,1214	0,1214
Fosfato (mg/L P)	0	0	0	0
Imagem (Anexo 3)	9A	8	9B	9C

5.2. Análises das amostras do igarapé Santaninha.

Os moradores locais não souberam dizer onde fica a nascente do igarapé Santaninha, referindo somente que se encontra “muito longe” da área estudada. Ele atravessa três dos lotes estudados, paralelo à divisa do fundo dos lotes e atravessando principalmente áreas onde se conserva a mata primária e que resultam de difícil acesso para humanos e animais introduzidos. O igarapé foi estudado até próximo do seu deságüe no igarapé Santana, que continua seu curso até chegar ao rio Anapu. O Igarapé Santaninha é mais largo do que o Grotão da Onça e segundo simples observação visual, daria para dizer que se encontra em melhor estado sanitário, o que será tratado mais adiante.

Foram coletadas três amostras fora dos lotes cadastrados no PROAMBIENTE, em áreas de fazenda, sendo que duas delas (S1 e S2) se encontravam em áreas cujo entorno é formado por pasto e a outra no meio de uma mata primária. As amostras S2 e S3 foram tomadas depois do deságüe do Igarapé Santaninha no Igarapé Santana, o qual provém de áreas que não fazem parte do programa PROAMBIENTE.

Na tabela 3 aparecem: o horário de realização das análises, condições climáticas, profundidade do corpo d'água e temperatura da água e do ar para este grupo de amostras.

Tabela 3. Hora de coleta, condições climáticas, profundidade do corpo d'água, temperatura da água e do ar e número da imagem no Anexo 3, para as amostras do Igarapé Santaninha.

Pontos de amostragem	Condições climáticas	Hora	Profundidade (m)	Temperatura		Imagem (Anexo 3)
				da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	
PS1	nublado	12:10	0,2	25	27	10A
PS2	sol	15:00	0,5	26	27	10B
ZS1	sol	11:50	0,3	25	30	11A
ZJS	sol	10:00	0,4	25	27	11B
JS2	sol	10:50	0,2	25	27	11C
S1	sol	13:05	0,5	28	21	12A
S2	sol	15:30	1,5	30	32	12B

S3	sol	16:00	0,6	30	37	12C
----	-----	-------	-----	----	----	-----

Na análise de agrupamento se evidenciam as semelhanças entre as amostras de lotes contíguos (os lotes do Zú e do Sr. Jair) (Fig. 10). Com uma similaridade alta em relação a esses pontos, aparece S1, que mesmo proveniente de uma zona de pasto, se encontra a pouca distância de JS2. Logo em seguida aparecem os pontos PS2 e PS1, os quais representam, respectivamente, a saída e a entrada do igarapé Santaninha no lote do Sr. Paraíba, e apesar de terem se agrupado com as demais, as mesmas sofrem grande influência de fatores externos a esta propriedade, e não foi possível conhecer as atividades que estão sendo realizadas no lote vizinho, nem a incidência delas sobre o igarapé. Os pontos S2 e S3, com alta similaridade, também se encontram a pouca distância um do outro. Para este grupo de amostras, a contribuição das variáveis à similitude entre os pontos de amostragem esteve repartida de uma forma mais homogênea, sendo que as variáveis com uma maior participação foram Turbidez, Condutividade Elétrica, Material em suspensão, Oxigênio Dissolvido e pH.

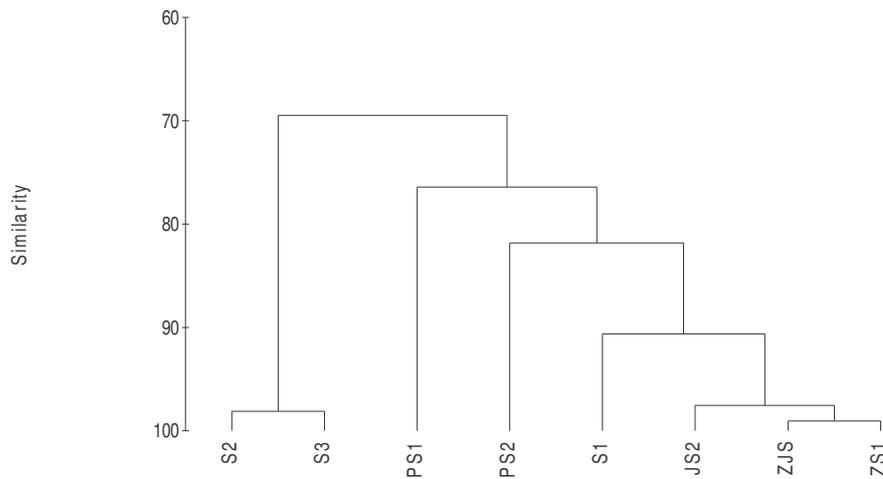


Figura 10. Análise de Agrupamento não paramétrico (cluster) para as amostras do Santaninha

Nas amostras do Santaninha, mesmo aquelas que estão fora dos lotes do PROAMBIENTE, o OD se manteve acima de 6mg/L O₂ (Fig. 11). Segundo a Resolução CONAMA no. 357, as águas com valores superiores a 6mg/L O₂ são classificadas como Classe 1, o que fala muito a favor da qualidade ambiental do igarapé. A presença da mata primária nas margens do igarapé protege ao corpo d'água contra o assoreamento, evita a entrada excessiva de nutrientes do solo por erosão e escorregamento, e mantém o equilíbrio ecológico do ecossistema (Moreira e Souza 1987; Ferreira e Dias 2004). Isso garante que

mesmo tendo um aporte importante de matéria orgânica a partir de galhos e folhas provenientes do dossel das árvores, o sistema consegue degradá-la sem afetar tanto a sua saúde ambiental. Os pontos com menores concentrações de OD foram os três analisados fora dos lotes do PROAMBIENTE, sendo dois deles em zonas de pasto e o terceiro, apesar de ser protegido pela mata primária, é usado como bebedouro de gado, o que fornece indicativos positivos sobre a influência do programa na conservação do meio natural, mesmo que seja através da conscientização orientada a um melhor uso dos recursos.

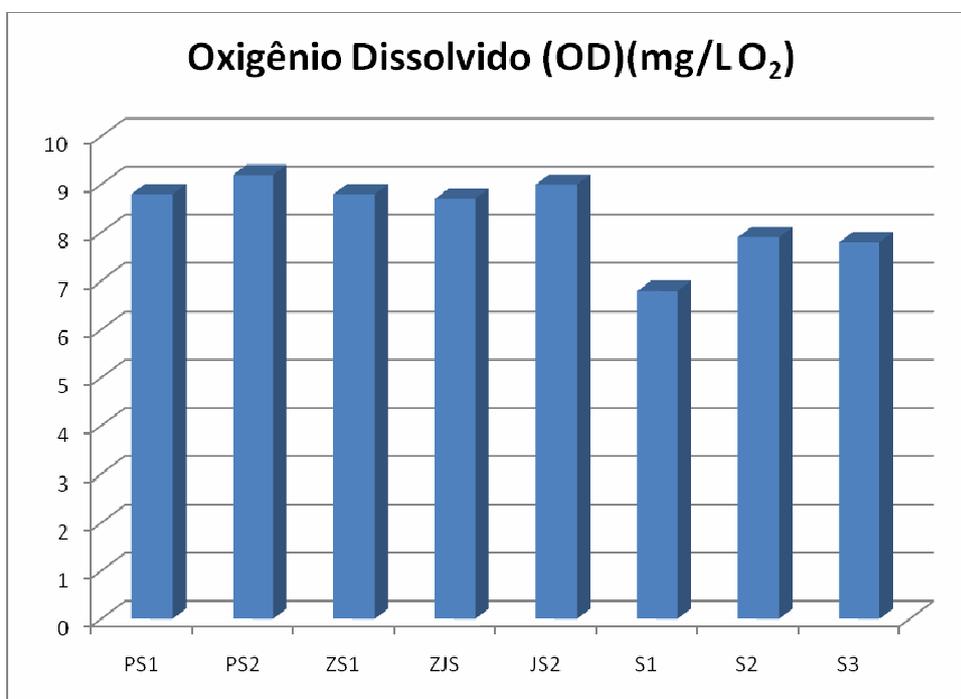


Figura 11. Valores do Oxigênio Dissolvido (OD)(mg/L O₂) para as amostras do igarapé Santaninha.

A condutividade elétrica oscilou numa faixa mais estreita (entre 30 e 80 μ S) (Fig. 12) do que nos outros igarapés (Fig. 4; Fig.19) o que indica uma maior homogeneidade do corpo d'água ao longo do seu curso. Os pontos com

maiores valores são os dois últimos analisados, fora dos lotes do PROAMBIENTE. Nessas amostras, os valores mais altos de CE podem estar associados a uma maior entrada de substâncias ionizáveis oriundas do sistema terrestre (Ribeiro 2004), dada a falta de proteção das margens em S2 e as atividades pecuárias em S3. Em S1, mesmo estando no pasto, pertence a um lote contíguo aos lotes do PROAMBIENTE, e se encontra a poucos metros da zona de mata primária, sendo que a partir desse ponto observa-se a influência das atividades de pecuária e/ou de agricultura não sustentável o que segundo Rios-Villamizar e Waichman (2007), se expressa em maiores valores de CE. Mais uma vez esse fato permite constatar a influência do PROAMBIENTE na conservação dos corpos d'água da região.

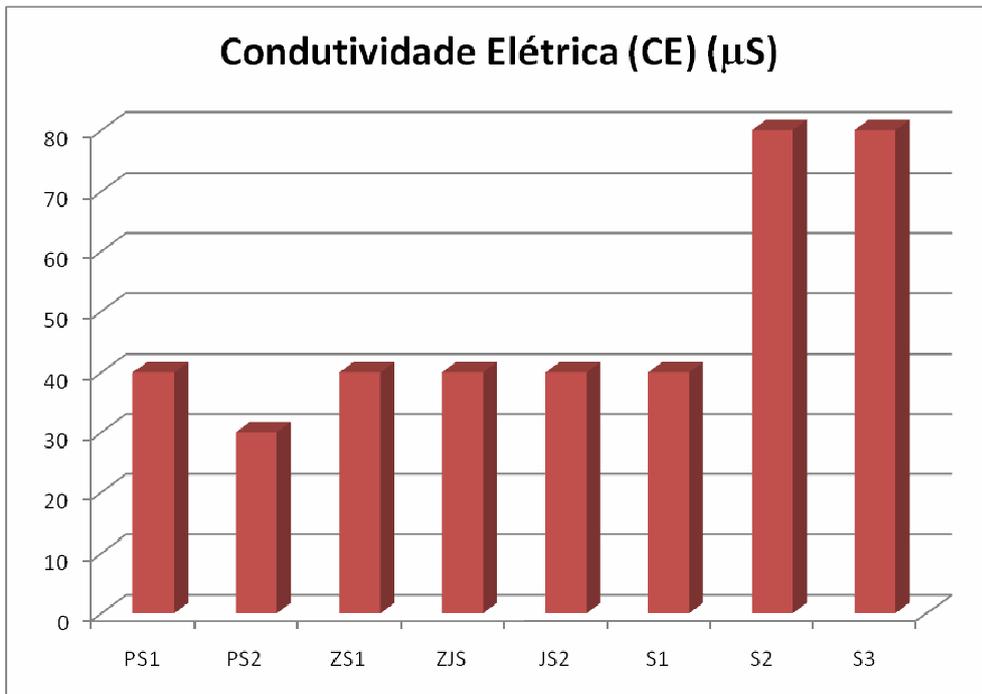


Figura 12. Valores da Condutividade Elétrica (CE) (μS) para as amostras do igarapé Santaninha.

O pH também se manteve bastante estável dentro do curso de água estando acima de 6 (Fig. 13), valor mínimo recomendado como saudável para o organismo humano e para os ecossistemas (Resolução CONAMA No. 357). No caso do PS2, é possível que o valor do pH, bem mais baixo do que os outros, esteja relacionado com a maior concentração de fosfatos obtida no ponto respeito das outras amostras. Ribeiro (2004) encontrou uma correlação negativa entre essas duas variáveis, tal que um pH mais ácido se corresponde com uma maior concentração de fosfatos na água.

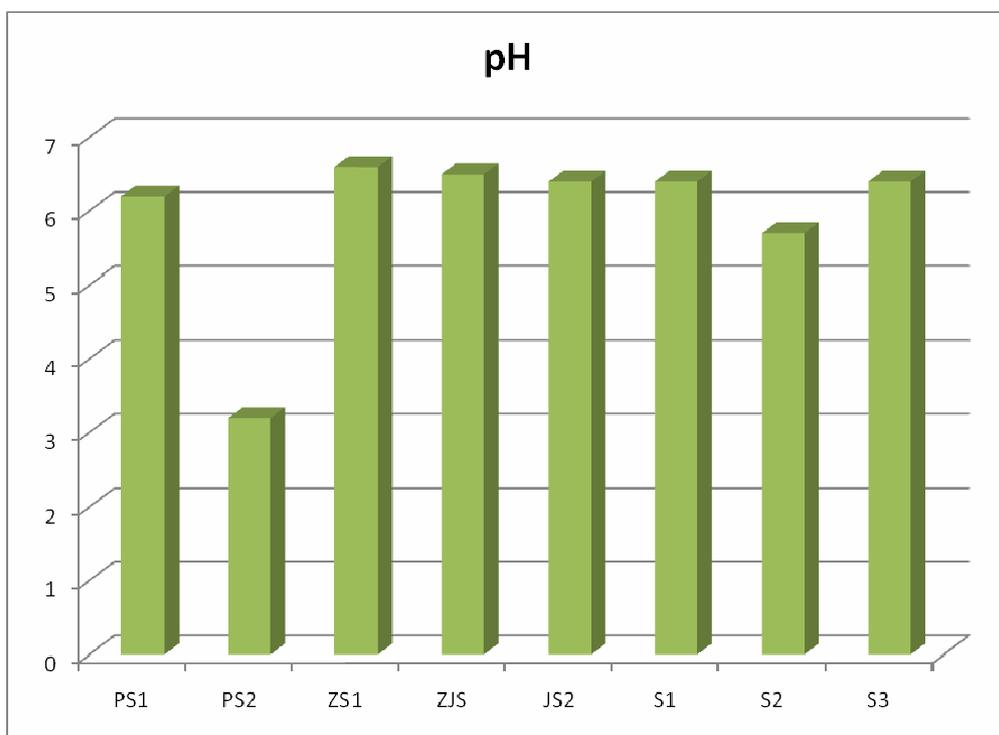


Figura 13. Valores do pH para as amostras do igarapé Santaninha.

Dentre o grupo de dados do Santaninha, somente PS1 destaca-se com um valor de turbidez mais elevado, sendo que o restante dos pontos foram mais baixos do que os obtidos para outros igarapés (Fig.6; Fig.20). O ponto de amostragem PS1 encontra-se na divisa com um lote fora do programa, e se

desconhecem as condições do igarapé antes de chegar ao lote do Sr. Paraíba. A turbidez pode ser causada pela presença de substâncias carregadas de outras propriedades onde não se tem conhecimento do uso de produtos ricos em elementos como ferro ou outros que influenciam a turbidez das águas (Ribeiro 2004). Os valores mais baixos reportados no decorrer do curso d'água sugerem condições mais favoráveis à manutenção do seu equilíbrio ecológico. Novamente para esse parâmetro observa-se um aumento dos valores nos últimos três pontos, provavelmente associado à mudança nas condições ambientais dos igarapés nessa área. O maior valor obtido para a CE nos dois últimos pontos reflete a presença de substâncias na água que podem estar influenciando os valores da turbidez. S1, com um valor pouco maior do que os outros dois pontos é usado com bebedouro de gado, e o pisoteio constante dos quais também pode estar influenciando essa variável, ainda mais com o tipo predominante de solos da região, que quando movimentados, aumentam a turbidez (Viana 2004).

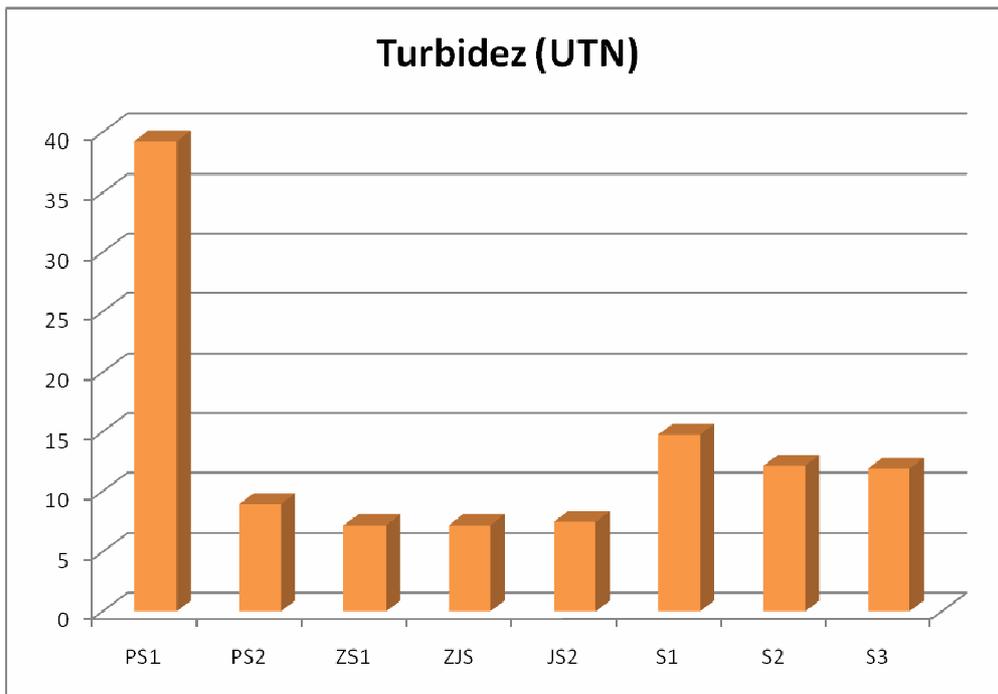


Figura 14. Valores de Turbidez (UTN) para as amostras do igarapé Santaninha.

Os valores de material em suspensão obtidos para este grupo de amostras ZJS a S1 (Fig. 15), maiores do que os obtidos para vários pontos de outros igarapés no presente trabalho (Fig.7, Fig.21), podem estar relacionados com a presença de matéria orgânica em avançado estágio de decomposição na água; matéria orgânica que pode estar entrando numa maior quantidade no igarapé através dos galhos e folhas que muitas vezes cobrem o corpo d'água. No caso de S1, ainda pode estar recebendo a influencia do material em suspensão da área dos lotes do Sr. Adezuito (Zú) e do Sr. Jair e, além disso, por se encontrar em uma área de pasto pode estar sendo afetado por um maior carregamento de substâncias até a água, muitas das quais contribuem para a formação dos materiais em suspensão (Barbosa 1996; Ranzini e Lima 2002). O ponto S3, o qual apresenta um valor um pouco mais alto, encontra-se em uma zona de mata primária.

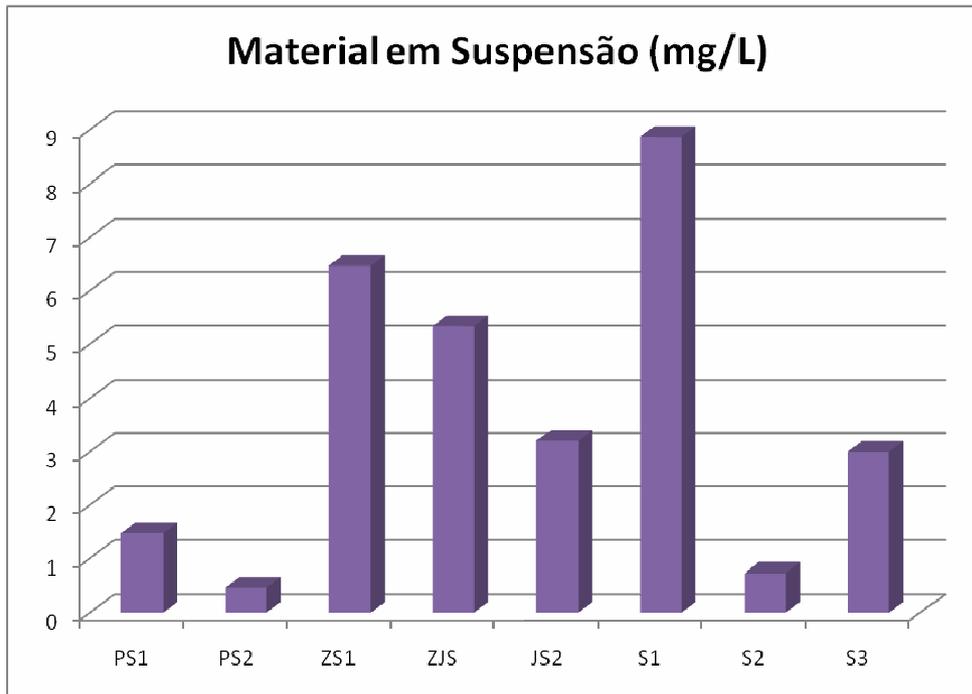


Figura 15. Valores dos Materiais em Suspensão (sedimentos) (mg/L) para as amostras do igarapé Santaninha.

Para o Santaninha os valores de amônia também não atingem os limites recomendados na Portaria No. 518 do Ministério de Saúde. Os maiores valores foram reportados nos pontos PS1 e S1 (Fig. 16). Como já foi discutido, não se tem conhecimento das atividades realizadas nas terras pelas quais passa o Santaninha antes de entrar na área de estudo. Pode ser que a maior concentração de amônia nessa amostra seja influenciada pelo uso de fertilizantes ou outros produtos ricos em nitrogênio a montante do igarapé, ou pela contaminação com esgotos domésticos antes de chegar ao lote do Sr. Paraíba, causas comuns do aumento dessa substância na água (Moreira *et al.* 2006). Supõe-se que esses valores diminuem ao longo do curso do igarapé, em função de que o mesmo passa atravessar ambientes melhor conservados,

mais protegidos e com pouca influência antrópica, demonstrando uma capacidade de resiliência em concordância com a melhor saúde ambiental deste igarapé em relação aos demais que foram objeto deste estudo. No que diz respeito ao ponto S1, como já foi referido, é utilizado como bebedouro de gado, e por conseqüência exposto ao acúmulo de fezes e urina de gado, compostos estes, ricos em nitrogênio, os quais ao entrar em contato com o corpo de água, podem ser a causa do incremento no teor de amônia registrado no ponto.

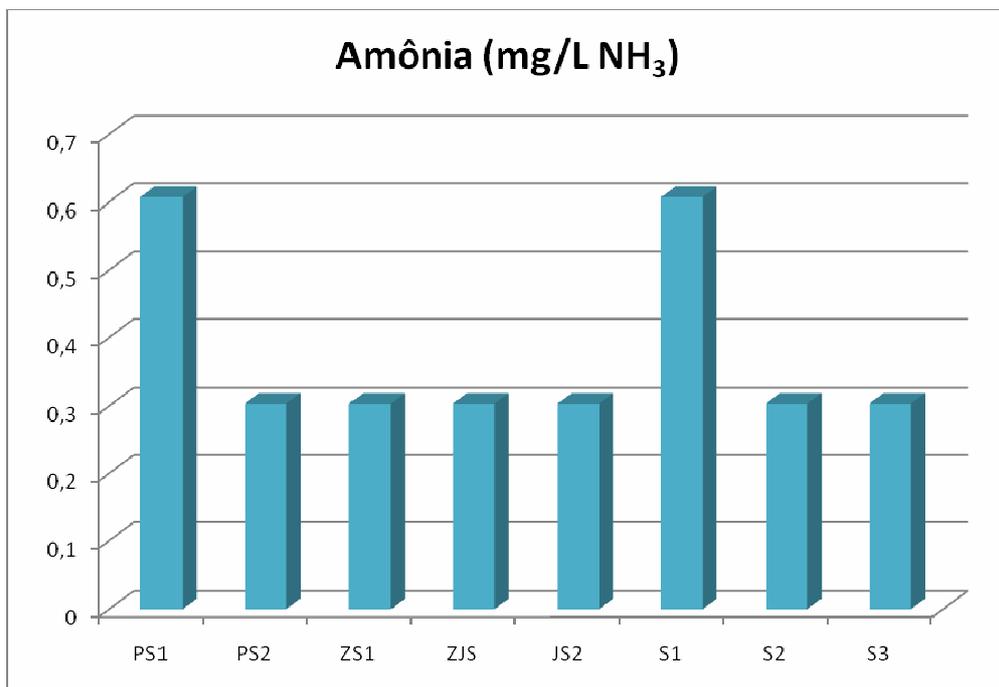


Figura 16. Valores de Amônia (mg/L NH₃) para as amostras do igarapé Santaninha.

Os valores de fosfatos são muito próximos entre si, mesmo em distintas condições ambientais, e só para duas amostras são iguais a zero (Fig.17). Esse fato sugere que, além da influência que possa existir em alguns pontos da entrada de esgotos domésticos ou fezes animais no igarapé, poderiam existir características comuns á maior parte do curso d'água, que resultem na

obtenção de dados bastante homogêneos para esse parâmetro. Essas características poderiam ser: a composição dos solos, cujos componentes dissolvidos poderiam estar incidindo nos valores de fosfatos e também os níveis de fosfatos poderiam estar relacionados com os resultados da decomposição da matéria orgânica. Uma mistura desses fatores unido à presença comprovada de fezes em pontos tais como S1 e S2, pode estar dando como resultado as leituras bastante homogêneas obtidas para fosfatos, mesmo que esse elemento esteja tendo diferentes origens.

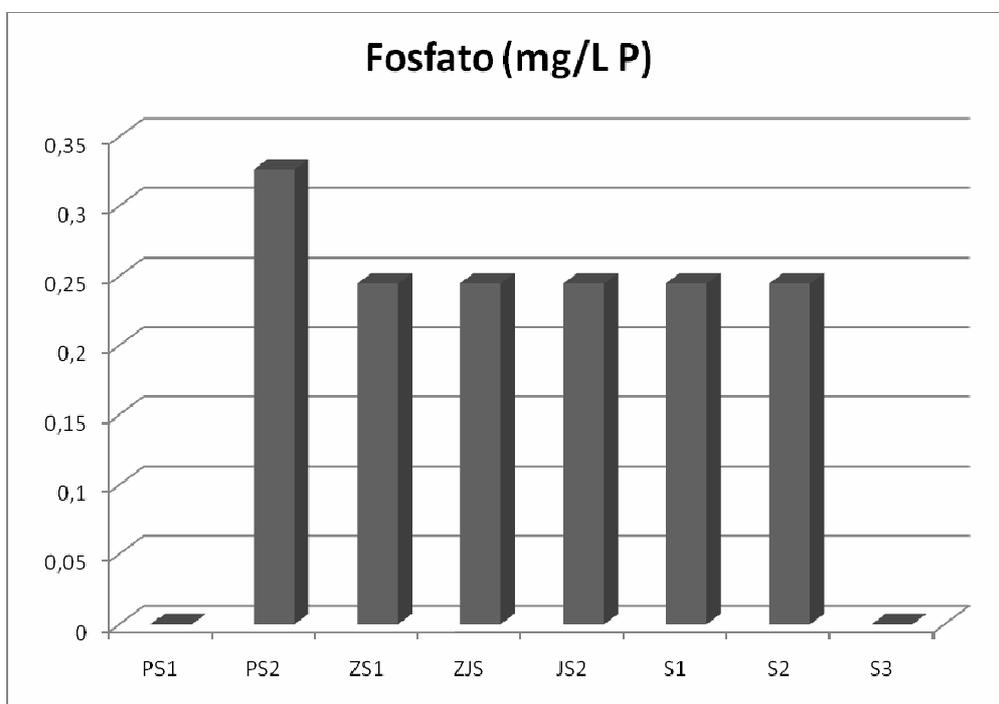


Figura 17. Valores de Fosfato (mg/L P) para as amostras do igarapé Santaninha.

5.3. Análises das amostras dos igarapés A e B.

Os igarapés A e B nascem nos lotes do Gildenir (G) e do Albino (A) respectivamente, que ficam um do lado do outro, e percorrem menos de 1000

metros em sentidos contrários, até desaguar no Grotão da Onça, sendo que o igarapé B atravessa também o lote do Antonio (T). A decisão de juntá-los num mesmo grupo para a discussão das suas características se deveu às similaridades entre eles achadas tanto no campo através de simples observação visual, como nos resultados analisados, além de serem ambos pequenos afluentes do mesmo igarapé concentrados na mesma região.

Os dois igarapés são pequenos e estreitos, a nascente do igarapé A situa-se em uma área dominada pela capoeira, e a do igarapé B, em uma zona de pasto (imagens 13 e 15), sendo que nos seus percursos pelos lotes, as suas margens estão cobertas por capoeira. Os parâmetros que podem influenciar distintas medições como a temperatura, hora da medição, condições climáticas, profundidade do corpo de água, foram muito semelhantes entre os distintos momentos de coleta das amostras (Tabela 4).

Tabela 4. Hora de coleta, condições climáticas, profundidade do corpo d'água, temperatura da água e do ar e número da imagem no Anexo 3, para as amostras dos igarapés A e B.

Pontos de amostragem	Condições climáticas	Hora	Profundidade (m)	Temperatura		Imagem (Anexo 3)
				da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	
GA1	nublado	10:00	0,2	28	26	13A
GA2	sol	10:35	0,15	32	26	13B
ALB1	sol	11:50	0,1	31	30	14A
ALB2	sol	12:10	0,4	30	31	14B

TB1	sol	14:35	0,35	32	32	15A
TB2	sol	15:00	0,2	31	34	15B

Os valores de Oxigênio Dissolvido (OD) e pH são bastante semelhantes entre os distintos pontos de amostragem (Fig.18). O OD se manteve acima de 6 mg/L em todos os pontos, exceto em TB2, no qual atingiu o valor mais baixo (3,7mg/L). Esses valores também são maiores do que os encontrados por Hernández-Muñoz (dados não publicados) no rio Iriri e alguns dos seus afluentes, no município de Altamira, Pará. Como já foi referido, isso está dado pela maior taxa de intercambio de O₂ entre a água e o ar em igarapés estreitos e pouco profundos como os encontrados na área de estudo, se comparados com rios e igarapés de maior largura e profundidade onde só as águas mais superficiais estão em contato com o oxigênio atmosférico. Segundo a Resolução CONAMA No.357, as águas desses dois igarapés podem ser classificadas como Classe 1 (exceto em TB2) segundo os níveis de O₂.

Os valores do pH se mantiveram entre 5 e 6,1, caracterizando águas ligeiramente ácidas, o qual coincide com os resultados encontrados por Ribeiro (2004).

Neste estudo pode-se observar que o contato entre as águas dos igarapés e o solo é muito grande, pelo fato destes corpos d'água serem estreitos e pouco profundos, o qual pode trazer indicativos de que características físico-químicas da água como o pH estejam muito relacionadas com as características físico-químicas dos solos que percorrem. Lamentavelmente não foi possível obter dados ao respeito das características físico-químicas dos solos da região, os

quais possam balizar informações sobre a presença de determinados íons que possam influenciar no pH das águas superficiais.

No caso do ponto TB2, o qual apresenta valores menores de pH e de OD, é possível relacionar essas variáveis com a quantidade de material em suspensão (sedimentos) encontrada nessa amostra, a qual é muito maior do que a encontrada nas outras amostras do grupo. Nesse caso o material em suspensão pode estar evidenciando uma elevada quantidade de matéria orgânica em decomposição avançada, a qual aumenta o consumo de oxigênio no processo de degradação da matéria orgânica diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido (Carmouze 1994). Em relação ao pH, a tendência da acidificação do mesmo, pode estar associada ao aumento da quantidade de ácidos envolvidos também na decomposição da matéria orgânica. Outro fato a ser considerado é a baixa profundidade (0,20m) do igarapé no ponto de amostragem, que pode alterar o padrão da sedimentação do material em suspensão, tendo seu reflexo no alto valor de turbidez aqui reportado.

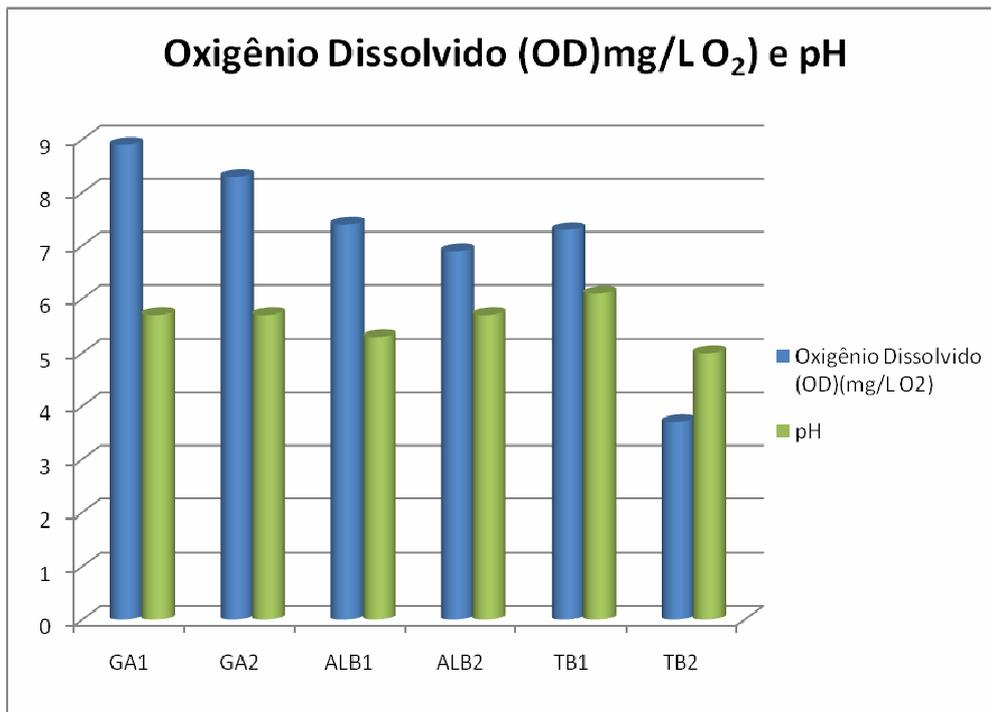


Figura 18. Valores de Oxigênio Dissolvido (OD)(mg/L O₂) e pH para as amostras dos igarapés A e B.

A condutividade elétrica registrada nos pontos esteve entre 40 e 130 μ S (Fig. 19), sendo notório como os corpos de água dentro de um mesmo lote apresentam valores mais próximos entre si, que entre lotes diferentes, o que evidencia a constância das condições dentro de cada lote no que diz respeito à entrada de substâncias ionizáveis nos corpos d'água, sejam naturais ou artificiais. Os valores obtidos são comparáveis aos reportados por Ribeiro (2004), também no período de estiagem, onde segundo a autora, são atingidos teores mais altos para esse parâmetro. A condutividade também pode estar associada à lixiviação dos solos, porquanto se poderia pensar que o maior valor encontrado nos pontos TB1 e TB2, poderia estar relacionado com uma maior concentração de íons dada pela ação acumulativa de substâncias escoadas ao longo do curso do igarapé, tendo início no lote do Sr. Albino.

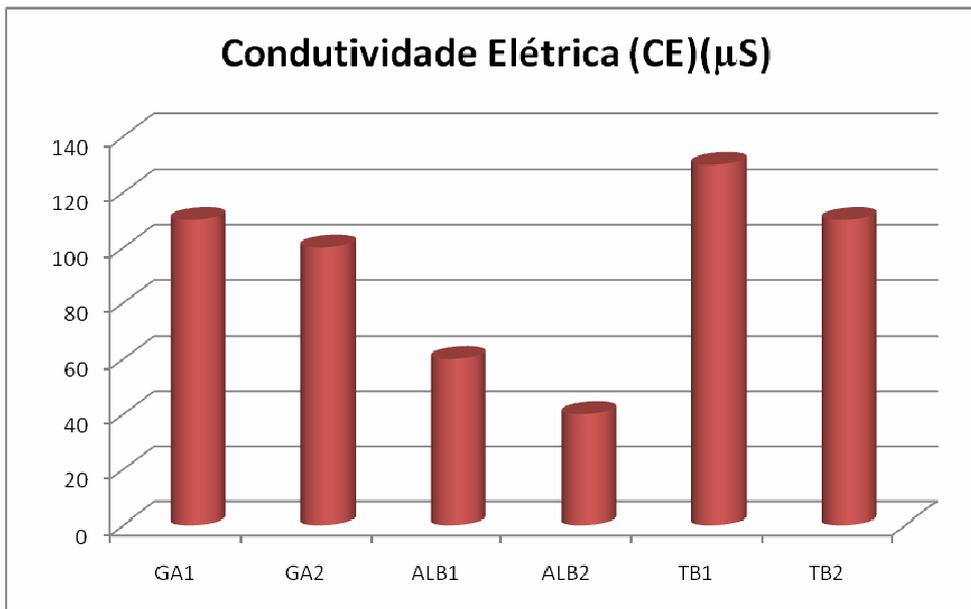


Figura 19. Valores da Condutividade Elétrica (CE)(μS) para as amostras dos igarapés A e B.

Os valores de turbidez também são próximos aos obtidos por Ribeiro (2004) durante a época de seca. Como pode ser visualizado na Figura 20, o ponto GA2, apresenta o valor de turbidez mais alto registrado no presente estudo. É possível que isso esteja relacionado com um alto aporte de matéria orgânica nesse ponto, que dá à água uma cor amarelada, dificultando a visão do fundo do igarapé, apesar da baixa profundidade (0,10 m) neste ponto de amostragem.

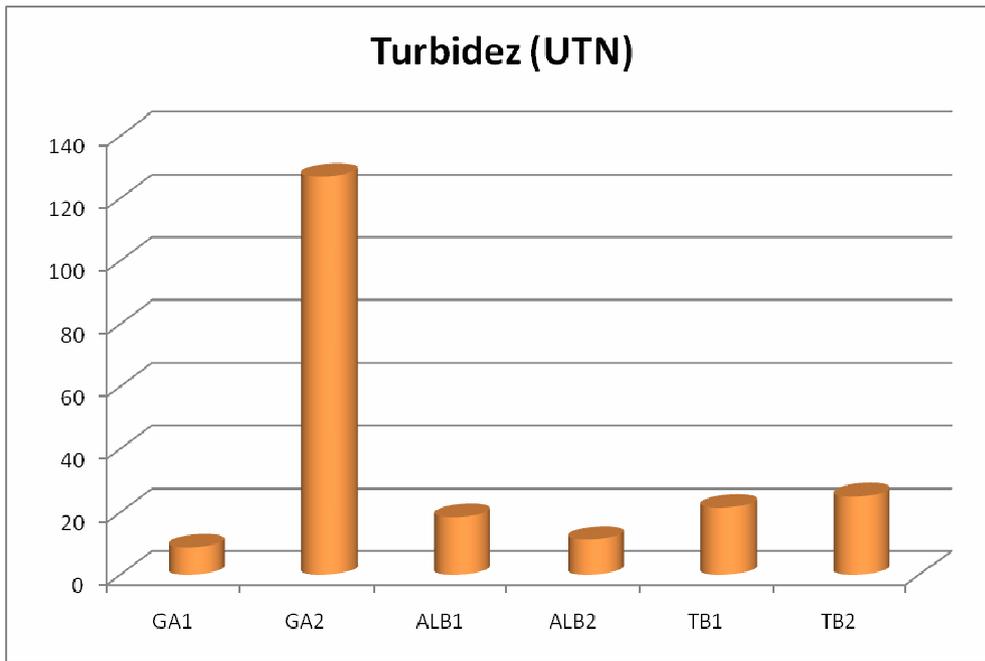


Figura 20. Valores de Turbidez (UTN) para as amostras dos igarapés A e B.

Em relação ao material em suspensão (sedimento) observou-se na amostra TB2, um valor bastante superior ao observado nas demais amostras do grupo (Fig. 21). Nesse ponto como já foi discutido anteriormente, a alta quantidade de material em suspensão pode estar relacionada á decomposição avançada de matéria orgânica, o que também pode ser apoiado pelos resultados de OD e pH no ponto. A quantidade de material em suspensão também indica o nível de assoreamento dos corpos d'água, dado o aporte de material oriundo do sistema terrestre adjacente (Barbosa 1996).

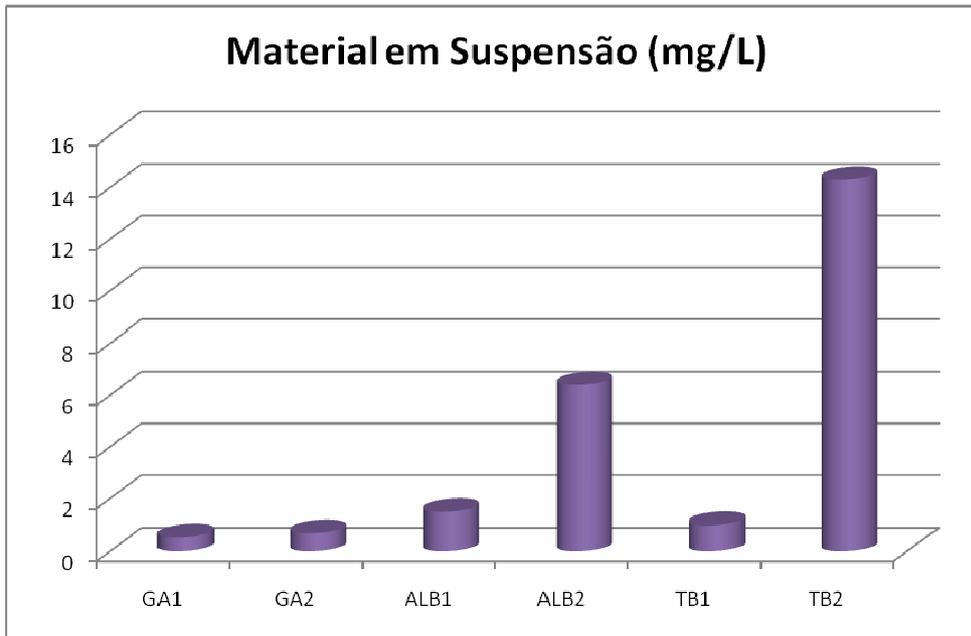


Figura 22. Valores dos Materiais em Suspensão (sedimentos) (mg/L) para as amostras dos igarapés A e B.

No que diz respeito á concentração de fosfato, a única amostra do grupo que apresentou um valor detectável foi aquela coletada no ponto GA1 (Fig. 22). Este ponto representa a nascente do igarapé A, a qual está protegida por buritis e pela plantação de açaí e cacau. Um fato interessante, é que a família que habita este lote, utiliza a área de cacau próxima ao ponto de amostragem como privada, fato que não acontece nos outros lotes onde existem fossas, e talvez a quantidade de material foliar, a adubação natural do solo nesta área e a presença de fezes humanas, possa ter influência na concentração de fósforo detectada.

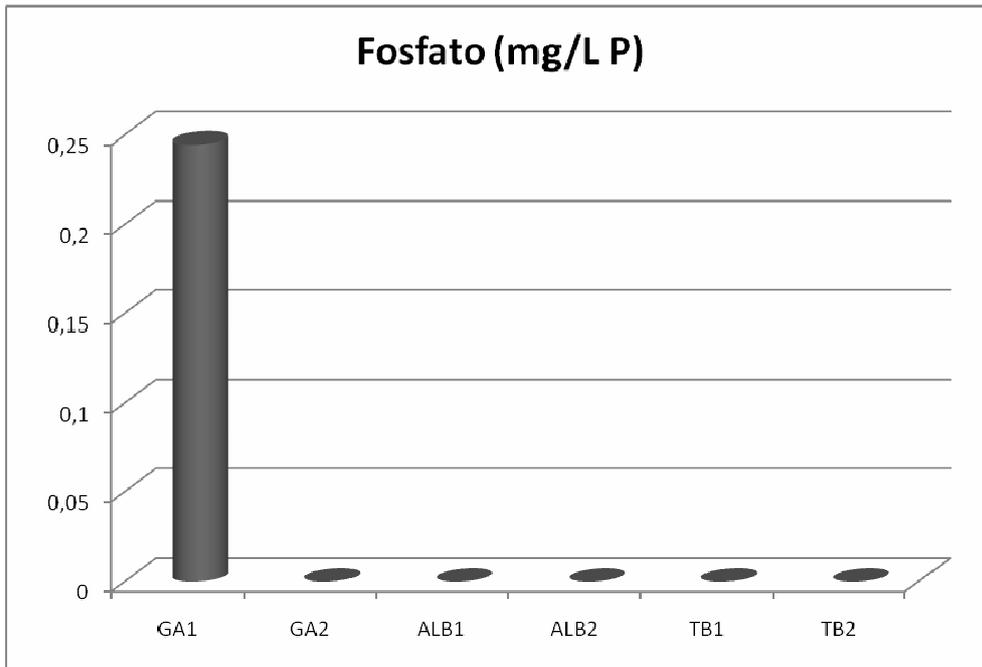


Figura 22. Valores de Fosfato (mg/L P) para as amostras dos igarapés A e B.

Os valores obtidos para Amônia foram iguais (0,3035mg/L NH_3) em todas as amostras do grupo.

5.4. Análises das fontes de água de uso doméstico.

Os valores limites para os distintos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos permissíveis para águas de uso doméstico (com ou sem tratamento prévio) estão estabelecidos na RESOLUÇÃO CONAMA No. 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 e na Portaria Nº 518 de 25 de Março de 2004 do Ministério da Saúde. Nesses documentos aparecem descritos os teores máximos permissíveis para parâmetros químicos, físicos e microbiológicos para as águas potáveis, e classificam as águas em distintas classes com diferentes usos, segundo as características (Anexo 2).

As águas utilizadas pelos agricultores para o consumo doméstico provêm principalmente de poços, exceto nos casos do lote 278, amostra DM, onde a água usada provém de uma grotta ou poção que se forma dentro da propriedade e deriva do igarapé Grotão da Onça; e os lotes 106 e 113, amostras PM e JM respectivamente, onde provêm de minas.

O horário de coleta, condições climáticas, profundidade da fonte de uso doméstico e temperatura da água e do ar para este grupo de amostras, aparecem na tabela 5.

Tabela 4. Hora de coleta, condições climáticas, profundidade do corpo d'água, temperatura da água e do ar e número da imagem no Anexo 3, para as amostras dos igarapés A e B.

Pontos de amostragem	Condições Climáticas	Hora	Profundidade (m)	Temperatura da água (°C)	Temperatura do ar (°C)	Imagem (Anexo 3)
PM	nublado	09:50	0,5	26	26	16A
JM	sol	14:25	0,5	28	33	16C
DM	nublado	08:45	1	24	25	16B
AM	sol	13:20	4	28	31	-
RAM	sol	14:05	6	31	32	17B
SM	sol	15:30	8	28	31	17A
RM	nublado	16:30	5	28	30	-
GM	sol	09:35	6	28,5	26	18A

ALM	sol	12:15	5	28	31	18B
-----	-----	-------	---	----	----	-----

Os resultados obtidos na análise do OD nas amostras aparecem representados na Figura 23. A maioria dos pontos amostrados apresentou um valor de OD superior a 4 mg/L O₂, que é o valor mínimo permitido em águas destinadas ao consumo humano, segundo a Resolução CONAMA No. 357, sendo que o valor ótimo seria acima de 6 mg/L O₂. Baixas concentrações de OD podem estar relacionadas à quantidade de matéria orgânica presente na água que é decomposta por microorganismos que consomem oxigênio durante o processo de decomposição dessa matéria (Carmouze 1994). No caso da amostra DM esse fato pode estar acontecendo, o qual é corroborado pelo alto valor de turbidez obtido na amostra, e que pode ser indicador da presença tanto de matéria orgânica, como de matéria inorgânica e de microorganismos na água. A quantidade de galhos e folhas provenientes da cobertura vegetal que protege as margens do poço e se projeta por cima da maioria da sua superfície, sugere uma alta entrada de matéria orgânica no sistema. Também é válido considerar na discussão desse resultado, que a amostra foi coletada antes das 09:00 horas da manhã num dia nublado, com o que poderia se esperar um valor baixo de OD, pois esse parâmetro diminui durante a noite, devido à respiração das algas e plantas aquáticas, e começa a subir nas primeiras horas do dia produto da fotossíntese. O poço também não tinha uma área superficial suficientemente grande para garantir uma alta taxa de intercâmbio de oxigênio entre a atmosfera e a água, que resultasse num alto valor de OD na amostra.

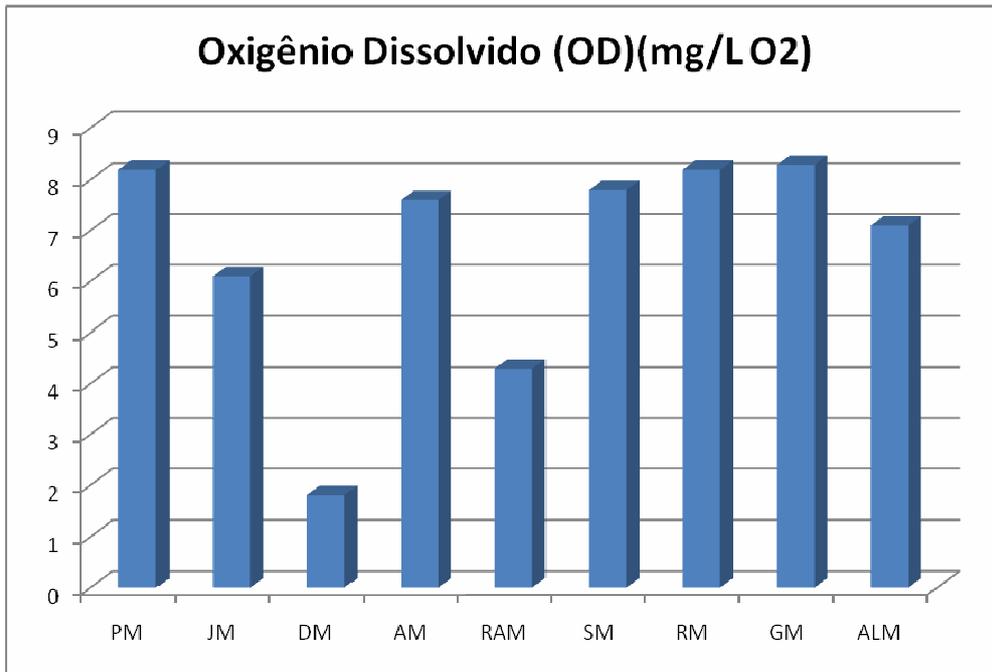


Figura 23. Valores de Oxigênio Dissolvido (OD)(mg/L O₂) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

A condutividade elétrica nas águas subterrâneas deve-se à presença de sais dissolvidos e ionizados, provenientes em muitas ocasiões dos materiais solúveis presentes no solo e nas rochas. Seu valor é geralmente maior em águas subterrâneas do que em águas superficiais, e também depende do meio percolado, do tipo e velocidade do fluxo subterrâneo, da fonte de recarga do aquífero e do clima da região (Zimbres 2000). Os valores encontrados no presente estudo (Fig. 24) se encontram dentro dos limites reportados por Ribeiro (2004) em Belém do Pará, para águas superficiais durante a estiagem, o que pode estar relacionado com as características pluviométricas da região, pois uma maior recarga dos aquíferos permite uma maior renovação das águas subterrâneas com a conseqüente diluição dos sais em dissolução. Nas resoluções usadas como referência neste trabalho, não aparecem valores

máximos permissíveis para a condutividade que limitem o uso das águas com fins domésticos.

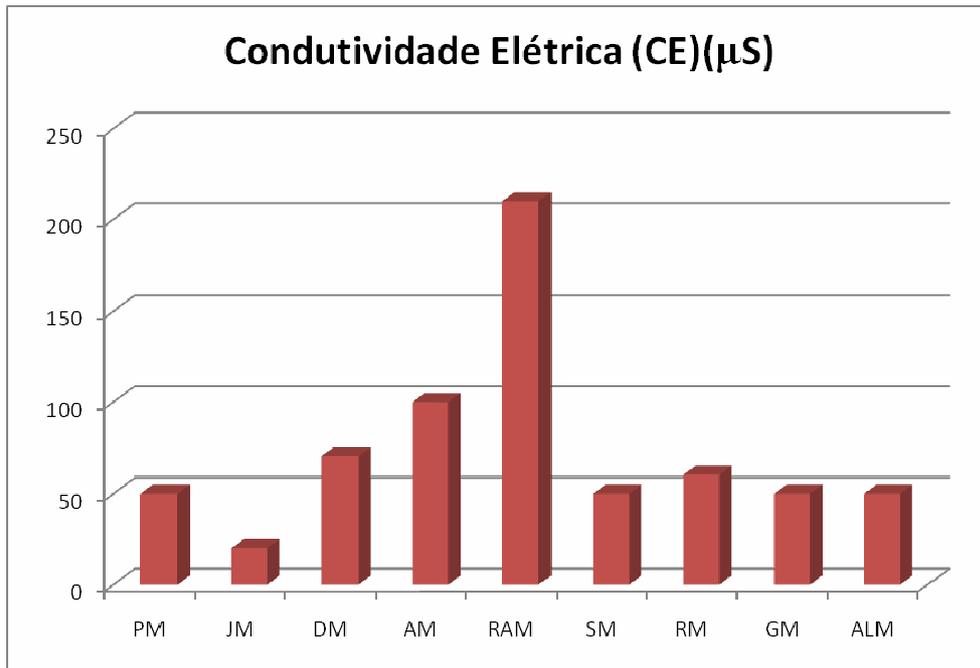


Figura 24. Valores da Condutividade Elétrica (CE) (μS) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

A faixa de pH recomendada, segundo a Portaria No. 518 do Ministério da Saúde, para águas destinadas ao consumo humano está entre 6 e 9,5. Um dos maiores problemas encontrados durante a análise das águas dos poços foi que somente em uma das amostras coletadas o pH chegou a 6, enquanto que nas outras esteve entre 4 e 5 (Figura 25). Mais uma vez a amostra que ressalta com esse único valor diferente é a DM, cujas condições já foram discutidas anteriormente. Provavelmente o pH ácido registrado nas demais amostras pode estar associado a características como a formação geológica da região, tipo de solo, afloramento do lençol freático e o intemperismo das rochas (Moreira *et al.* 2006), condições essas que podem vir a influenciar bastante

neste parâmetro. Segundo observações em campo os solos da região são principalmente argilo-arenosos na camada mais superficial, esse tipo de solo, dadas as suas características arenosas, permite uma fácil infiltração desde a superfície.

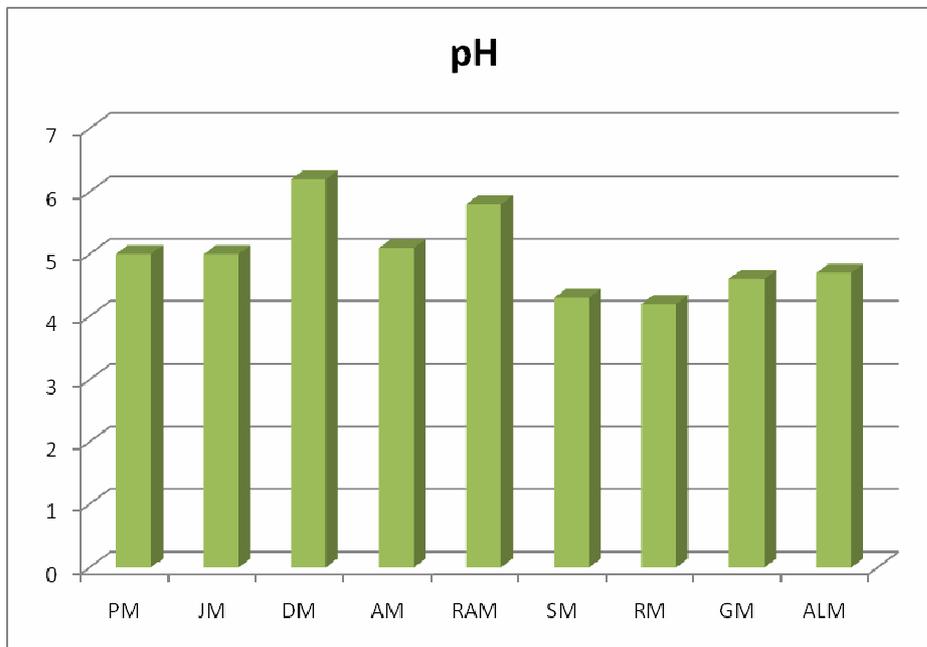


Figura 25. Valores do pH para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

Observando os resultados de Turbidez (Figura 26) pode se verificar que somente um dos valores registrados é muito maior do que os demais. Isso acontece com a amostra DM, extraída não de um poço, mas sim de uma gruta derivada do igarapé dentro do lote. Esse valor é mais próximo dos obtidos em outros pontos do igarapé Grotão da Onça (Fig. 6), o que é compreensível devido à semelhança nas características do igarapé nesse ponto com o resto do curso da água.

Segundo a Portaria Nº 518 do Ministério de Saúde e Correia *et al.*(2008), o limite máximo permitido para águas destinadas a consumo humano é 5 UTN.

Praticamente em todos os pontos o valor está abaixo de 5, com exceção de DM e AM, sendo neste último um pouco acima de 5 (5,68UTN). É importante ressaltar que as águas analisadas foram coletadas diretamente do poço e que na maioria dos casos as famílias filtram ou coam a água antes de consumi-la, e que os valores deste parâmetro nas águas utilizadas diretamente para o consumo, devem ser ainda menores.

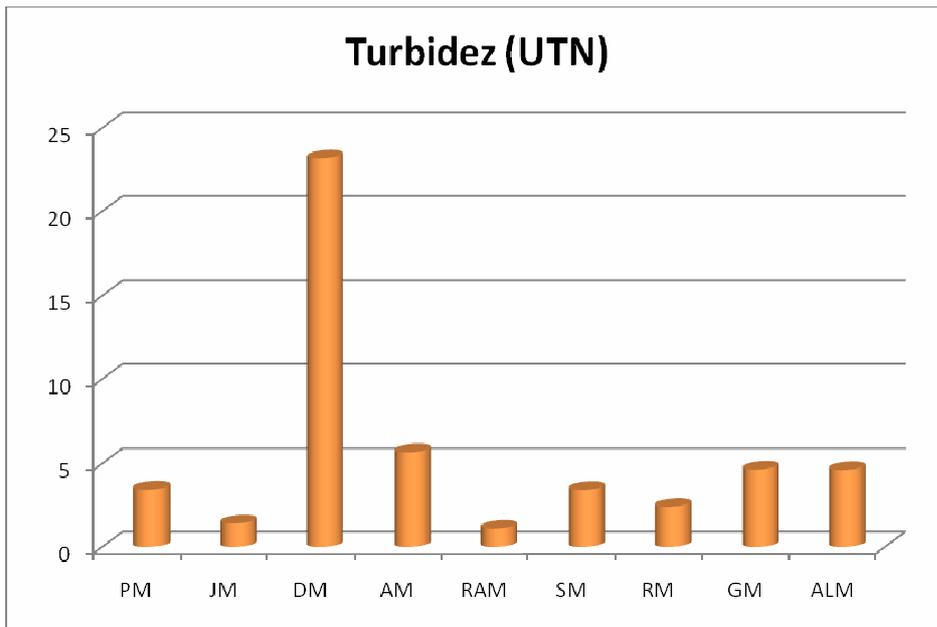


Figura 26. Valores de Turbidez (UTN) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

O valor máximo estabelecido pela Portaria No. 518 do Ministério de Saúde para a amônia contida na água é de 1,5 mg/L NH_3 . Neste caso nenhum dos valores registrados ultrapassa o limite estabelecido (Figura 27). Os valores mais altos encontrados nos pontos JM e DM podem se dever mais uma vez as condições dessas duas fontes de água. O poço JM é o único que não se encontra tampado e está exposto a influencia das condições do ambiente local podendo

estar contaminado por excrementos de animais, uma vez que foram observadas fezes de galinha próximas à borda do poço. Outro fato a ser levado em consideração é que a família cria porcos soltos no lote, os quais têm acesso à área do poço, também possuem um gato e um cachorro soltos. Todas essas condições podem influenciar a concentração de amônia na água (Moreira *et.al.*, 2006). Atividades como a lavagem de louças são realizadas a pouco mais de um metro do poço, de maneira que parte dos resíduos domésticos poderia estar escoando até o poço. A outra amostra que ressalta com um valor maior é a DM, a gruta do igarapé Grotão da Onça. Nesse caso não foram observadas fezes nas proximidades nem influência de outros animais, também não foi detectada nenhuma possível fonte contaminante dentro do lote, mas o dono relatou que o gado do vizinho, bebe água no igarapé perto da entrada do lote, a uns 80 metros da gruta, podendo desta maneira contaminar a água com fezes e urina, e fazendo com que o efeito ainda seja detectável no ponto estudado.

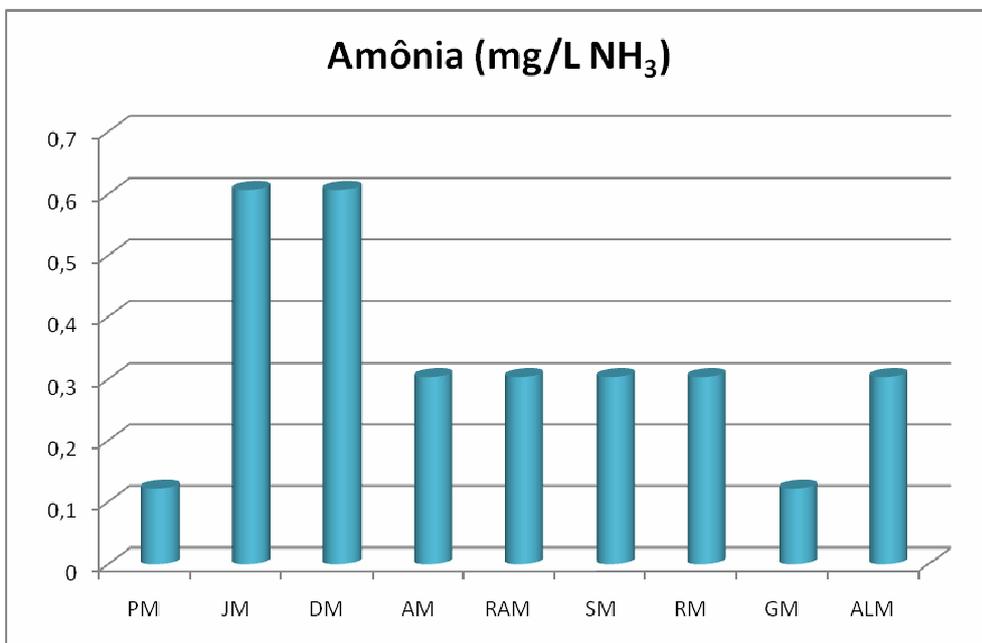


Figura 27. Valores de Amônia (mg/L NH_3) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

No caso do conteúdo de fosfato permissível para águas destinadas ao consumo humano com ou sem tratamento, segundo a Resolução CONAMA No. 357, o valor máximo aceitável é de $0,025\text{mg/L P}$. Em seis das nove fontes de água de uso doméstico estudadas, o valor é bem superior a esse teor máximo (Fig. 28). É possível que isto esteja relacionado com os valores de coliformes fecais encontrados nas águas dos poços, mesmo tendo eles uma profundidade de até seis metros, indica que de alguma forma o lençol freático da região que abastece todos esses poços pode estar contaminado. Dos pontos nos quais o valor é menor do que $0,025\text{mg/L P}$, dois deles PM e GM, não apresentaram coliformes fecais nas análises

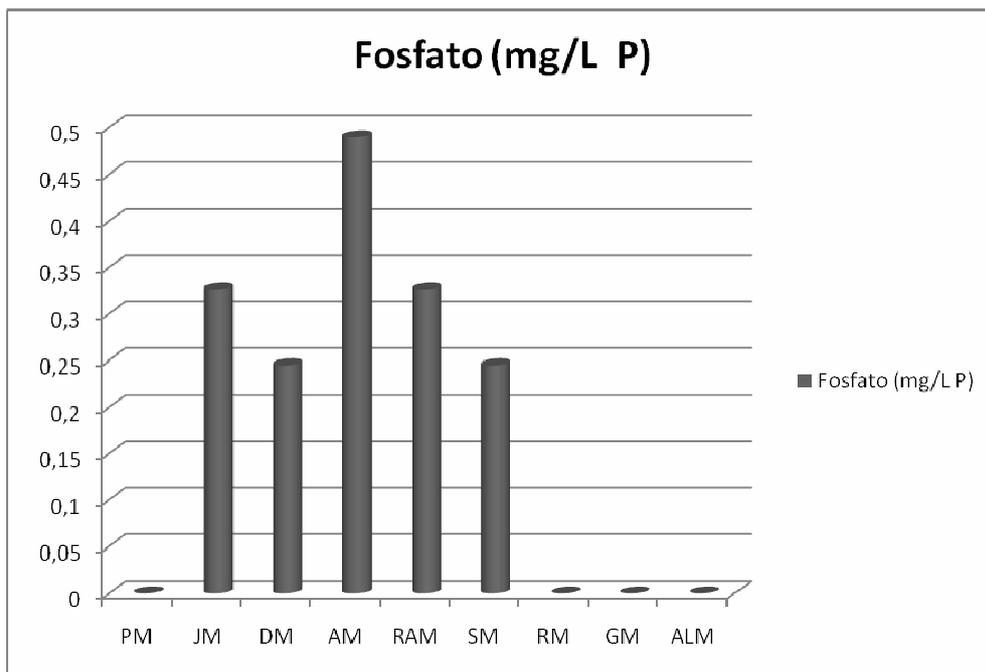


Figura 28. Valores de Fosfato (mg/L P) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

Segundo a Portaria No. 518 do Ministério da Saúde, as águas destinadas ao consumo humano não podem conter coliformes fecais. Os coliformes fecais chegam à água a través das fezes sejam humanas ou de outros animais, uma vez que os dejetos entram em contato com a água. Daí a importância d'água como via de transmissão de diversas enfermidades causadas por esses microorganismos (Franco e Landgraf, 1996).

Um fato preocupante é que nas análises realizadas foram encontrados coliformes fecais em amostras de poços que têm uma profundidade entre 4 e 8 metros. Dentre as fontes amostradas só três estariam aptas para o consumo humano, as quais seriam os pontos PM, DM, e GM (Fig. 29). Os dois primeiros são águas praticamente superficiais, pois PM é uma mina com uma profundidade de 0,5 m e DM como já foi dito, é um poço no curso do Grotão da Onça. O poço GM tem uma particularidade especial com relação aos outros poços, é que a propriedade onde se encontra está numa depressão do terreno, além disso, o poço tem uma profundidade de seis metros, e talvez é possível que esteja recebendo água de níveis mais inferiores do lençol freático, aos que estão abastecendo os outros poços da região.

Tudo isso leva a pensar que de alguma forma o lençol freático que abastece a maior parte dos poços da área está recebendo contaminação microbiológica e transmitindo-a à água consumida pelos moradores. Segundo Amaral *et al.* (1994) os lençóis freáticos de pouca profundidade são suscetíveis de serem influenciados pelas águas superficiais e os contaminantes que ela possa carregar, o qual poderia ser o caso da área em estudo. Também foi reportado por alguns dos moradores como o caso do Sr. Romero, lote 194, que a fossa se encontra a um nível superior no terreno em relação ao poço. Apesar disso,

não foi possível verificar com exatidão se está ocorrendo algum tipo de infiltração que esteja contaminando as águas do poço.

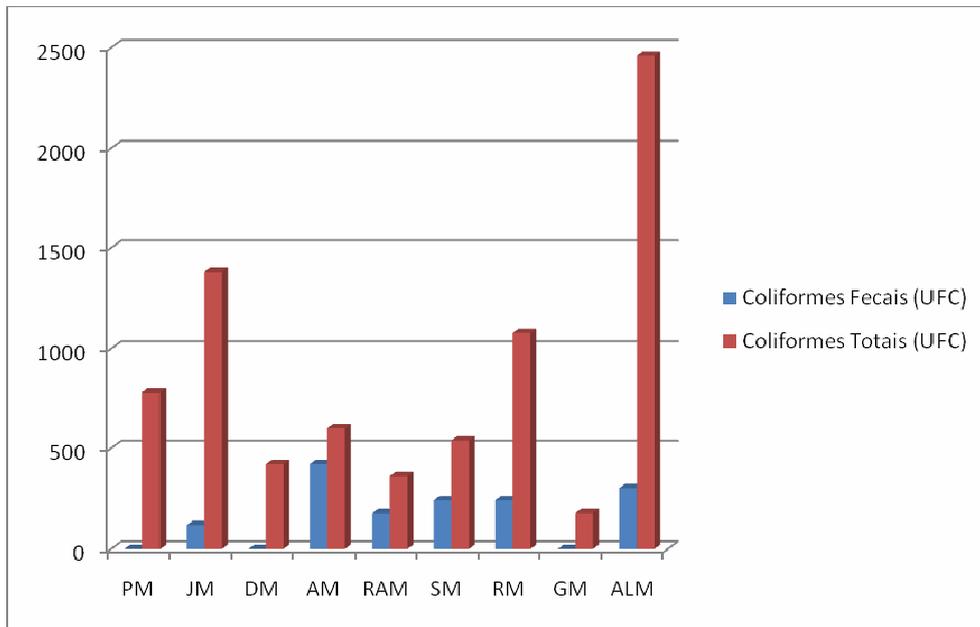


Figura 29. Valores de Coliformes Fecais e Coliformes Totais (UFC) para as amostras das fontes de água de uso doméstico.

Depois de concluídos os estudos a equipe de trabalho voltou às casas e devolveu os resultados microbiológicos para os moradores, recomendando que os mesmos adotem medidas de tratamento na água, através da adição de Hipoclorito de Sódio (Mattos e Silva 2002) (3 gotas por litro e esperar 30 minutos antes de consumir a água), ou ferver a água por um tempo mínimo de 15 minutos. Além dos dois tratamentos supracitados, foi recomendada a filtração posterior a esses tratamentos e antes do consumo, usando filtro de barro.

5.5. Resultados dos questionários aplicados

O formulário aplicado (Anexo 1) tinha como objetivo conhecer das atividades realizadas no lote que pudessem potencialmente afetar a qualidade d'água. Foram entrevistadas 10 famílias das 12 incluídas no estudo.

Enquanto as fontes de água de uso doméstico, o 70% usa poços de uma profundidade entre quatro e oito metros e o 30% utiliza outras fontes como minas, grotas ou nascentes.

No relativo ao destino do lixo, um 60% queima tudo, um 20% separa o lixo orgânico e o usa com adubo nas roças, queimando o resto do lixo e o 20% restante queima um aparte e joga a outra na beira da estrada o num buraco cavado na propriedade.

Dos entrevistados, 60% têm privada ou banheiro no lote, os outros 40% utilizam o mato mais próximo a casa como privada.

Quando fossa ou privada são utilizadas, à distância em que são construídas em relação à fonte de água de uso doméstico, varia entre 15 e 600m, o que evidencia o desconhecimento dos moradores sobre a influência potencial que podem ter os esgotos na água destinada ao consumo humano. Mesmo assim, não existe um planejamento à hora de construir fossa e poço enquanto à altitude, resultando em que as vezes a fossa fica a uma maior altura do que o poço com o conseqüente risco de contaminação das águas de uso doméstico por infiltração desde a fossa. A distância entre a fossa e o igarapé que atravessa o lote também é muito variável, o que reflete mais uma vez que não existe um conhecimento sobre os riscos de contaminação da água por fezes humanas.

Depois do começo do PROAMBIENTE, só um 50% dos agricultores continuaram a usar algum fertilizante e/ou veneno de forma ocasional, na maioria dos casos uréia e roundup. Só em duas das propriedades existem cultivos na beira do igarapé, cacau nos dois casos, misturados com outras plantas. Aproximadamente 30% dos moradores utilizam esterco como adubo orgânico.

Depois do começo do PROAMBIENTE nenhum agricultor desmatou a beira dos igarapés. Ou seja, 40% ainda conservam a mata primária nas margens do corpo de água, e o resto têm capoeira entre 5 e 18 anos de idade.

Os animais mais freqüentemente encontrados foram: galinhas (sempre em maior número), cachorros, gado, gatos, cavalos e burros para auxiliar nas atividades de produção. Só num dos lotes foram observados porcos, num sistema de criação livre.

Nenhum dos agricultores possui casa de farinha.

Em 70% dos lotes os donos pescam nos igarapés para contribuir à dieta familiar.

6. CONCLUSÕES

- A nascente do Grotão da Onça se encontra em condições ambientais críticas, o que compromete a saúde ambiental do resto do igarapé. Mesmo assim, até chegar á sua foz, o igarapé apresenta indícios de recuperação. Dentro dos lotes do PROAMBIENTE, a exceção da nascente, as margens do igarapé estão protegidas principalmente por capoeira em estágio de regeneração avançado.

- Os igarapés A e B, ambos afluentes do Igarapé Grotão da Onça, apresentam sanidade ambiental comprometida, uma vez que se verificou que as nascentes destes dois pequenos igarapés se encontram em área de pasto, e os mesmos são pouco protegidos em seu curso.
- O igarapé Santaninha apresenta qualidade ambiental melhor do que a de todos os demais igarapés estudados, estando o mesmo com a mata ciliar (mata primária) muito mais preservada e apresentando-se bem protegido, apesar de que em seu curso foram registradas atividades de pecuária, com extensas áreas de pasto fora dos lotes do PROAMBIENTE.
- A presença de mata ciliar influencia positivamente na saúde ambiental do igarapé aumentando a sua resiliência e a tolerância aos distúrbios provocados por fontes externas como esgotos domésticos e resíduos de aplicação de insumos químicos.
- O programa PROAMBIENTE tem logrado êxito no processo de conscientização ambiental, uma vez que nos lotes onde ele atua nota-se a redução e/ou ausência de uso de agrotóxicos e fertilizantes inorgânicos nos cultivos, além de incentivar a manutenção e a recuperação da mata ciliar nas margens de rios e igarapés.
- A maioria das fontes de água para uso doméstico apresentou características impróprias para o consumo humano, tanto do ponto de vista físico-químico quanto microbiológico, devido às atividades desenvolvidas nos lotes e em áreas adjacentes.

7. RECOMENDAÇÕES

- Estender os estudos aos outros municípios do PROAMBIENTE, Senador José Porfírio e Pacajá, com o objetivo de avaliar os efeitos do programa sobre o ambiente em geral e sobre a qualidade da água em particular.
- Informar à Secretaria de Saúde de Anapu sobre o estado de contaminação dos poços da região e elaborar cartilhas para serem distribuídas entre a população com informação sobre a contaminação bacteriológica das águas, os riscos que envolvem e as medidas de mitigação. Também se recomenda o tratamento destas fontes, além da implementação de potenciais atividades mitigadoras de contaminação biológica e/ou por insumos químicos.
- Promover a elaboração de projetos que incentivem, através do pagamento pelos serviços ambientais, a conservação do ambiente pelos agricultores familiares.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovay, R. 1998. Capital social: cinco proposições sobre o desenvolvimento rural. In: II Fórum CONTAG de Cooperação Técnica “A formação de capital social para o desenvolvimento local sustentável”. São Luis, 16 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2005. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília, ANA. 123 p.

Amaral, L. A., O. D. R. Junior, A. Nader Filho e A. V. Alexnadre. 1994. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. Revista de Saúde Pública, 28(5): 345- 348.

- Amaral, L. A., A. Nader Filho, O. D. R. Junior, F. L. A. Ferreira e L. S. S. Barros. 2003. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, 37(4). Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017&lng=en&nrm=iso>.
- Arcova, F. C. S. e V. Cicco. 1999. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, 56: 125-134.
- Barbosa, L. M. 1996. Ecological significance of gallery Forest, including biodiversity. *International Simposium on assessment an monitoring of forest in tropical dry regions with especial reference to galley forest*. Brasília. P. 158-181.
- Crestana, M. de S. M., D. V. Toledo Filho, J. B. Campos. 1993. Sistema de recuperação com essências nativas. Campinas, CATI, 58 p.
- Baumgarten, M. G. Z., J. M. B. Rocha e L. F. H. Niencheski. 1996. Manual de Análises em Oceanografia Química. Rio Grande do Sul. Ed. FURG. 132 p.
- Becker, B. K. 1990. Amazônia. São Paulo: Ed. Ática. Série Princípios. 111 p.
- Boulomytis, V. T. G., G. B. Campos, M. Cultrera, A. C. Rodrigues e A. G. Silvério. 2008. Avaliação da potabilidade da água de abastecimento familiar de poços manuais na zona rural. Disponível em: http://www.cori.unicamp.br/centenario2008/trabalhos/TrabalhoCompleto_evento_Japao_2008.pdf
- Bueno, L. F., J. A. Galbiatti e M. J. Borges. 2005. Monitoramento de variáveis de qualidade da água no Horto Ouro Verde- Conchal, SP. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, 25(3): 742-748.

- Campos, J. C. e P. R. C. Landgraf. 2001. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 11(2): 143-151.
- Carmouze, J. P. 1994. O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 253 p.
- Carvalho, A. R., F. H. M. Schlitter e V. L. Tornisielo. 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Quím. Nova*, 23(5) : 618-622. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422000000500009&script=sci_arttext&tlng=pt
- Carvalho, F. T., E. D. Velini e D. Martins. 2005. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Bariri, no Rio Tietê. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, 23(2): 371-374.
- Conboy, M. J. e M. J. Goss. 2000. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. *J Contam Hydrol*, 43:1-24.
- Correia, A., E. Barros, J. Silva e J. Ramalho. 2008. Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento. VIII ERMAC (Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: http://www.dimap.ufrn.br/~sbmac/ermac2008/Anais/Resumos%20Estendidos/Analise%20da%20turbidez_Aislan%20Correia.pdf
- CYTED. 2002. Indicadores de Contaminación fecal. Agua potable para comunidades rurales, rehúso y tratamientos de aguas residuales domésticas. Red Iberoamericana de Potabilización del Agua. 224-229.

- Dils, R. M. e A. L. Heathwaite. 1996. Phosphorus fraction in hillslope hydrological pathways contributing to agricultural runoff. In: Anderson, M.G.; Brooks, S. M. (ed.). Advances in hillslope processes. Chichester: John Wiley & Sons, cap.10, 225-29.
- Duarte, F. 2007. Água- efluentes domésticos e industriais. Parte 4. SENAC-Jabaquara. Disponível em: <http://www.sistemasurbanos.com.br/Download/%C3%81gua%20-%20Efluentes%20-%20parte%204.pdf>
- Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro - RJ, 2ª Edição; Interciência Editora. 220p.
- Farias, M. S. S. 2006. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo. Campina Grande. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFCG -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006. 575p.
- Franco, B. D. G. M e M. Landgraf. 1996. Microbiologia dos Alimentos, Editora Athene, RJ, 182p.
- Ferreira, D. A. C. e H. C. T. Dias. 2004. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. R. *Árvore*, Viçosa-MG, 28(4): 617-623.
- FUNDAÇÃO VIVER PRODUZIR E PRESERVAR – FVPP. 2002. Diagnóstico Rápido Participativo do Pólo do Proambiente na Transamazônica. Altamira – Pará. [Mimeo]. 65pp.
- Gradelha, F. S. et al. 2006. Análise preliminar dos elementos químicos e físicos da água da bacia hidrográfica do córrego João Dias, Aquidauana, MS. In: Anais

- 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 96-105.
- Hirsch, R. M., W. M. Alley e W. G. Wilber. 1988. Concepts for a national water-quality assessment program. U. S. Geological Survey Circular 1021.
- Junior, P. R. S., A. M. M. F. Mello e E. Carvalho. 2008. Qualidade microbiológica da água de poços residenciais do bairro Centro Educacional da cidade de Fátima do Sul- MG. *Interbio*, 2(2).
- Kalif, K. A. B. 2007. Ecologismo e produtivismo no espaço rural amazônico: enfoque em uma alternativa de gestão ambiental no Estado do Mato Grosso. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido – PDTU, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA, Universidade de Federal do Pará, Belém. 203 p.
- Koneman, E. W., S. D. Allen, W. M. Janda, Schreckenberger, P. C. e W. C. Winn Jr. 2001. *Diagnóstico Microbiológico*. 5.ed., Rio de Janeiro: MEDSI. 1465 p.
- König, R., e Restello, R. M. 2006. Avaliação da qualidade de riachos do município de Erechim/ RS utilizando componentes abióticos e biológicos. *Vivências Erechim*, 1(3): 135-154.
- Lopes F., G. H. MertenII, M. FranzenII, E. GiassoniI, F. HelferII e L. F. A. Cybis. 2007. Utilização de P-Index em uma bacia hidrográfica através de técnicas de geoprocessamento. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, 11(3): 312-317.
- Lima, E. B. N. R. 1997. Recurso estratégico do século: água. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/novidades/agua>

- Lima, E. B. N. R. 2001. Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 184 p.
- McClain, M. E. e R. E. Cossio. 2003, The use and conservation of riparian zones in the rural Peruvian Amazon. *Environmental Conservation*, 30: 242-248.
- Margalef, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona: Editorial Omega. 1009 p.
- Margalef, R. 1994. The place of epicontinental waters in global ecology. In: Margalef, R. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, pp. 1-8.
- Matos-Silva, I., J. S. Carvalho, W. S. Garcia e R. C. Silva. 2008. Recuperação, manejo e conservação de microbacias hidrográficas e Igarapés-Açu (PA): Considerações sobre uso de sistemas agroflorestais. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, Acre. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/947.pdf>
- Mattos, M. L. T. e M. D. Silva. 2002. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. Comunicado Técnico 61. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/comunicados/comunicado61.pdf>
- Marcatto, C. 2002. *Educação Ambiental: conceitos e princípios*. Belo Horizonte: EAM. 64 p.

- Medeiros, P., F. Romachelli e R. Costa. 2006. Turbidez em águas. Boletim Técnico Policontrol. Edição 2. Disponível em: http://www.policontrol.com.br/pdf/artigos_tecnicos/artigo_tecnico_turbidez.pdf
- Mello, E. G. F., M. S. R. Silva e S. A. F. Miranda. 2005. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Caminhos de Geografia*, 5(16): 40-47.
- Meybeck, M. 1998. Man and river interface: multiple impacts on water and particulates chemistry illustrated in the Seine river basin. *Hydrobiologia*, 373: 1-20.
- Meybeck, M., D. Chapman e R. Helmer (eds). 1989. *Global freshwater quality - a first assessment*. Oxford: Basil Blackwell. 307 p.
- Moreira, T. e E. D. Souza. 1987. Mata ciliar: vamos abrir os olhos? *Rev. Globo Rural*. São Paulo, 2(20): 96-102p.
- Moreira da Franca, R., H. Frischkorn II, M. R. Pimentel Santos, L. A. Ribeiro Mendonça e M. C. Beserra. 2006. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. *Eng. Sanit. Ambient.*, 11(1): 92-102.
- Mota, S. 1995. *Preservação e conservação de recursos hídricos*. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 200 p.
- Naiman, R.J., H. Decamps e M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3 (2): 209-212.
- Naiman, R.J., and H. Decamps. 1997. The ecology of interfaces -- riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28:621-658

- Nogueira, G. et al. 2003. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 37(2): 232- 236.
- Palhares, J. C. P., A. J Scandolera, J. Lucas Júnior e A. J. Costa. 2000. Monitoramento da qualidade da água do Córrego Jaboticabal através de parâmetros químicos. In: *Workshpo de Integração de informações da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu*, 3. Porto Ferreira. Anais... Porto Ferreira: Prefeitura Municipal de Porto Ferreira, 43-44.
- PARÁ (Estado). 2007. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamentos e Finanças. Estatísticas do Município de Anapú, Belém. Disponível em: HTTP://www.sepof.pa.gov.br/estatisticas_municipais/Mesorr_Sudoeste/Altamira/Altamira.pdf.
- Peters, N.E e M. Meybeck. 2000. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities. *Water International*, Urbana, 25(2): 214-221.
- Pires, J. S. R. e J. E. SANTOS. 1995. Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento. *Ciência Hoje*, São Carlos, 19(10): 4-45.
- Portaria Nº 518 de 25 de Março de 2004. Ministério da saúde. Disponível em: www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf
- Ranzini, M, W. P LIMA. 2002. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. *Scientia Forestalis*, 61: 144-159.
- RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

- Ribeiro, K. T. S. 2004. Água e saúde humana em Belém. Cejup, (Coleção Megam/2). 280pp.
- Ríos-Villamizar, E. A. e A. V. Waichman. 2007. Efeito das intervenções antrópicas nos ambientes aquáticos da bacia do Purus, Amazônia Brasileira Ocidental. Colóquio Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo. Granada, Espanha. Disponível em: <http://www.parqueciencias.com/exposiciones/CyTDesarrollo/es/ColoquioInternacional/documentos/AguaMedioAmbiente/EfectosAguaAmazonas.pdf>
- Silva, R. C. A. e T. M. Araújo. 2003. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência e Saúde coletiva*, 8(4): 1019-1028.
- Silva, M. D. e M. L. T. Mattos. 2001. Microbiological quality of water for human consumption in the hydrographical microbasin of arroio Passo do Pilão. In: Congresso Brasileiro de Microbiologia, 21. Foz do Iguaçu. Resumos... Foz do Iguaçu, 42 p.
- Silveira, T. 2007. Análise físico-química da água da bacia do rio Cabelo- João Pessoa- PB. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB. Disponível em: http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080212_092019_MEIO-028.pdf
- Sioli, H. 1968. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana*, 1(3): 267-277.
- Soares, J. B. e A. C. F. MAIA. 1999. Água: microbiologia e tratamento. Fortaleza: UFC, UFC edições, 206 p.

- Solis; G., J. Murrieta, R. López, A. L. Medina, G. Nubes, A. Villalba, S. Herrera, J. del Castillo, A. González e P. Jenkins. 2004. Educación comunitaria: flora y calidad del agua en el Río Santa Cruz, Sonora, México. Informe Final. Universidad de Sonora (DICTUS), Sonoran Institute y Consorcio para la Colaboración de la Educación Superior en América del Norte, University of Arizona-Tucson (CONAHEC). 250 p.
- Strickland, J.D.S. e T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. 2ed. Ottawa: Bulletin 167. 311 p.
- Tagliari, P. S. 1996. Triticale uma nova (e boa) alternativa de inverno. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, 9(1): 21-23.
- Tundisi, J. G. e F. A. R. Barbosa. 1995. Conservation of Aquatic ecosystems: present status and perspectives. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M.; Matsumara Tundisi, T. (eds.). Limnology in Brazil. 1995. Brazilian Limnological Society. 365-376.
- Valias, A. P. G. S., M. A. Roqueto, D. G. Hornink, E. H. Koroiva, F. C. Vieira, R. G. Mileto e M. A. M. L. 2002. Avaliação da qualidade microbiológica de águas de poços rasos e de nascentes de propriedades rurais, Município de São João da Boa Vista - São Paulo. Arq. ciênc. vet. zool. UNIPAR, 5(1):21-28.
- Veiga, J. E. 1991. Desenvolvimento agrícola: uma visão histórica, O. P. imprenta: Sao Paulo. EDUSP/HUCITEC, 219 p.
- Viana, J. L. C. 2004. Riscos de acidentes na zona rural. Universidade FRRJ. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/acidente.php>

Zimbres, E. 2000. Química da água subterrânea. Disponível em:
www.meioambiente.pro.br.

9. ANEXOS

Anexo 1. Questionário Aplicado

Nome do Proprietário:

Tamanho do Lote:

Qual a fonte de água uso doméstico?	
O que fazem com o lixo?	
Tem privada ou banheiro no lote? Se não, qual o lugar que usam para liberar os dejetos?	
Qual a distância da fossa com os corpos de água do lote e com a fonte de uso doméstico?	
Têm usado venenos e/ou fertilizantes? Se sim, quais? Qual a distância entre o lugar onde foi usado e o corpo de água?	
Têm usado esterco? Se sim, a que distância do corpo de água?	
Qual a distancia entre a roça e o corpo de água?	-

Qual a vegetação presente nas margens do igarapé? Se não for mata primária, há quanto tempo foi desmatada a área na beira do corpo de água?	
Quantos animais por tipo têm no lote?	
Criam porcos, como é a criação (livres o presos)? Qual a distância entre a área de criação dos porcos e o corpo de água?	
Têm casa de farinha? Se sim, qual a distância do corpo de água e o que fazem com o tucupi?	
Pescam no corpo de água que se encontra dentro da propriedade?	
Observações	

Anexo 2. Classificação das águas segundo a RESOLUÇÃO CONAMA No. 375 de 17 de Março de 2005.

I - classe especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA No 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA No 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Anexo 3. Imagens dos pontos de coleta para cada grupo de amostras.

Igarapé Grotão da Onça



Imagem 1. A: Ponto PG1, nascente do Grotão da Onça. B: Ponto PG2, saída do Grotão da Onça do lote do Paraíba.



Imagem 2. Ponto PG3, nascente dentro da propriedade do Paraíba, usada para lavar louça e roupas.



Imagem 3. Entrada (A) (ponto DG1) e saída (B) (ponto DG2) do Grotão da Onça do lote do Sr. Domingos.



Imagem 4. Entrada (A) (ponto DMG1) e saída (B) (ponto DMG2) do Grotão da Onça do lote do Sr. Damião.



Imagem 5. Entrada (A) (ponto AG1) e saída (B) (ponto AG2) do Grotão da Onça do lote do Sr. Ademar.



Imagem 6. A: Entrada (ponto SG1) do Grotão da Onça no lote do Sr. José Santana; B: divisa entre os lotes do Santana e do Raimundo (ponto SRAG); C: divisa entre os lotes do Raimundo e do Romero (ponto RARG); e D: saída do Grotão da Onça do lote do Romero (ponto RG2).



Imagem 7. Pontos amostrados do Grotão da Onça que ficam fora dos lotes cadastrados no PROAMBIENTE, sendo que A é o ponto G1, e B o G2.



Imagem 8. Ponto GF, na foz do Grotão da Onça.



Imagem 9. Pontos amostrados no rio Anapu. A: ANM100; B: ANJ100; e C: ANJ500.

Igarapé Santaninha



Imagem 10. Entrada (A) (ponto PS1) e saída (B) (ponto PS2) do Grotão da Onça do lote do Paraíba.



Imagem 11. A: Entrada (ponto ZS1) do Santaninha no lote do Zú; B: divisa entre os lotes do Zú e do Jair (ponto ZJS); e C: saída do Santaninha do lote do Jair (ponto JS2).



Imagem 12. Pontos amostrados do Santaninha que ficam fora dos lotes cadastrados no PROAMBIENTE, sendo que A é o ponto S1, B é o S2 e C é o S3.

Igarapés A e B



Imagem 13. Entrada (A) (ponto GA1) e saída (B) (ponto GA2) do igarapé A do lote do Gildenir.



Imagem 14. Entrada (A) (ponto ALB1) e saída (B) (ponto ALB2) do igarapé B do lote do Albino.



Imagem 15. Entrada (A) (ponto TB1) e saída (B) (ponto TB2) do igarapé B do lote do Toíinho.

Fontes de água de uso doméstico



Imagem 16. Fontes de água de uso doméstico do Paraíba (A, ponto PM), do Domingos (B, ponto DM) e do Jair (C, ponto JM).



Imagem 17. Fontes de água de uso doméstico do Santana (A, ponto SM) e do Raimundo (B, ponto RAM).



Imagem 18. Fontes de água de uso doméstico do Gildenir (A, ponto GM) e do Albino (B, ponto ALM).

Não existem fotos dos poços do Sr. Ademar nem do Sr. Romero, por encontrarem-se os poços em áreas de difícil acesso.