

Capítulo 32

Diversidade Sociocultural

Dimensionamento e avaliação da eficiência de um sistema para captação e tratamento de água da chuva para uso doméstico na zona rural de Manaus

^{1,2} Fernanda Cardoso de FREITAS
e-mail: fernandafc08@gmail.com

²Edinaldo Nelson dos SANTOS-SILVA
e-mail: nelson@inpa.gov.br

¹Laboratório de Plâncton, Coordenação de Biodiversidade (CBIO),
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Manaus-AM
²Graduanda do Curso de Ciências Biológicas - UFAM

Resumo: A captação de água da chuva é uma opção de fornecimento tão importante como a de águas superficiais e subterrâneas e possui algumas vantagens como seu baixo custo, não dependência ou baixa dependência de energia elétrica, abundância de chuva na região, não é necessário um sistema de distribuição, não se gasta tempo ou energia com o transporte da água e o sistema pode ser montado pelos próprios moradores. Face a esta situação estamos propondo como modo demonstrativo e educativo, a adequação de um sistema de captação de água da chuva. Para isso este trabalho teve como objetivo geral dimensionar um sistema para captação e tratamento de água da chuva adequado para uso doméstico na zona rural de Manaus e, por objetivos específicos, determinar o consumo médio diário de água pelas famílias, verificar quais os usos diários que as famílias fazem da água, dimensionar qual a área e o volume adequado para captação e estocagem de água, contabilizar os custos financeiros para implantação do sistema, capacitar as famílias para uso e manutenção do sistema demonstrando a importância da implantação e uso deste sistema e realizar análise da qualidade

da água através de algumas características como pH, alcalinidade total, cloretos, condutividade, cor aparente, dureza total, ferro total, turbidez e análises bacteriológica (coliformes totais e fecais). Foram selecionadas duas famílias na comunidade Julião que tiveram o sistema montado em suas residências. Foram determinados três pontos de coleta da água: água da chuva, água do cano de descarte (no sistema) e água da torneira. As análises químicas realizadas tiveram por base as recomendações do Programa Biológico Internacional para ambientes aquáticos. Os resultados das análises foram comparados com padrões encontrados na legislação brasileira para análise da qualidade da água da chuva. Os valores encontrados para os parâmetros analisados não ultrapassaram os estabelecidos pela legislação. O sistema de captação de água da chuva é viável para zonas rurais desde que seja instalado adequadamente e receba manutenção periodicamente. A água de chuva pode ser coletada, canalizada e armazenada para distribuição e utilizada para os mais diversos fins desde que recebam tratamento adequado. A água de chuva não deve ser utilizada diretamente para o consumo humano. Para utilização com fim de consumo humano a água da chuva deve receber tratamento para atender aos requisitos da Portaria MS N° 518/04.

Palavras-chave: água de chuva, captação, tratamento, uso doméstico

Introdução

Na comunidade Julião, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé, a aproximadamente 25 km de Manaus, o Projeto Biotupé realizou um levantamento através da equipe do Projeto IQSA (Caracterização sócio-econômica, demográfica e ambiental da população residente na RDS do Tupé, Manaus-AM), financiado pelo CNPq, bem como por informações e experiência de outros projetos realizados sobre as condições de moradia da comunidade. Verificou-se que a comunidade possui cerca de 120 residências construídas com materiais variados, mas com predominância de madeira e telhado

de zinco e a população residente (fixa) nesta comunidade é de cerca de 70 pessoas (Mariosa *et al.*, neste volume).

A comunidade não possui serviço de coleta e tratamento de esgoto, fornecimento de água, atendimento médico regular ou posto de saúde, e somente a partir de março de 2009 passou a ter fornecimento de energia elétrica, através do programa "luz para todos" do governo federal.

No caso específico da água a situação é a mesma encontrada em diversas comunidades rurais da Amazônia, onde, apesar da abundância de água, o acesso e a qualidade da mesma não são satisfatórios, durante

o decorrer do ano. Isto devido ao ciclo anual de variação do nível da água na região, onde os rios principais têm uma flutuação grande no nível de suas águas, por exemplo, na região de Manaus onde esta diferença está em torno de 11 metros entre a cheia e a estiagem (Bittencourt & Amadio, 2007). Estas flutuações têm consequências bastante drásticas e marcantes na vida das pessoas da região. Durante o período de nível baixo dos rios, o acesso à água torna-se difícil porque as distâncias aumentam e a qualidade da água, em geral, não é recomendada para consumo humano sem filtração e desinfecção.

A captação de água de chuva é uma opção de fornecimento tão importante como a de águas superficiais e subterrâneas. Esta fonte alternativa pode beneficiar bilhões de pessoas no mundo, a custos relativamente baixos e, se a gestão do abastecimento for participativa, passando para as próprias comunidades a responsabilidade dessa gestão, as vantagens serão maiores além do impacto ambiental ser mínimo (Tordo, 2004).

A captação e uso de água da chuva na região não é um hábito comum, apesar da precipitação pluviométrica ser bastante alta (Salati & Marques, 1984), quando comparada, por exemplo, com o semi-árido nordestino, onde a prática de captação de água da chuva está sendo muito estimulada e hoje já proporciona o suprimento anual de água para as famílias que dispõem deste sistema nesta região do país (Malqui, 2008).

Em geral, as comunidades não tem fornecimento e distribuição de água (Nascimento *et al.*, 2007), muito menos tratamento deste recurso. Isto ocorre geralmente pela ausência de energia elétrica e ausência de fonte segura para fornecimento de água. Esta situação, que se repete perversamente na grande maioria das comunidades, aliada a outros fatores, como por exemplo, a falta de destinação adequada e tratamento dos dejetos humanos, proporciona a exposição dessas populações ao acometimento de várias enfermidades como, altos índices de incidência de doenças intestinais transmitidas pela água existente no Brasil (Branco *et al.*, 2006).

Face a esta situação estamos propondo como modo demonstrativo e educativo, a adequação de um sistema de captação de água da chuva, já existente no Horto, Medicinal Comunitário, em residências dos comunitários do Julião. No Horto o sistema existente já permite a captação e armazenagem de 10 mil litros de água da chuva no período chuvoso, que é utilizada para as necessidades básicas de seu funcionamento, porém não é utilizada para consumo humano, por não existir instalado qualquer sistema de tratamento desta água. Esta proposta é para dotar este sistema de condições adequadas para o tratamento da água, o qual será através de um sistema de filtração e desinfecção da água destinada ao consumo humano.

As vantagens do uso deste sistema, além do baixo custo, serão a

não dependência ou baixa dependência de energia elétrica, abundância de chuva na região, sistema de distribuição não necessário, economia de tempo e energia com o transporte da água e o sistema pode ser montado pelos próprios moradores.

Para isso, este trabalho tem como objetivo geral dimensionar um sistema para captação e tratamento de água da chuva adequado para uso doméstico na zona rural de Manaus e, por objetivos específicos, determinar o consumo médio diário de água pelas famílias, verificar quais os usos diários que as famílias fazem da água, dimensionar qual a área e o volume adequado para captação e estocagem de água, contabilizar os custos financeiros para implantação do sistema, capacitar as famílias para uso e manutenção do sistema, demonstrando a importância da implantação e uso deste sistema e realizar análise da qualidade da água através de algumas características como pH, alcalinidade total, cloretos, condutividade, cor aparente, dureza total, ferro total, turbidez e análises bacteriológica (coliformes totais e fecais).

Material e Métodos

Foi realizado um levantamento da origem e utilização da água na comunidade e o acompanhamento em uma das residências com o sistema montado.

Foram selecionadas duas famílias na comunidade do Julião

que aceitaram participar do projeto e tiveram o sistema montado em suas residências. Essas residências são feitas de madeira e possuem o telhado de zinco. Foi montado um sistema de captação de água da chuva de maneira a garantir a captação, condução e destinação ao local de armazenamento da água.

O sistema é constituído pela área de captação que nesse caso é o próprio telhado da casa. Após a queda da água na área de captação ela é conduzida até o tanque de armazenamento por calhas pluviais de 170 mm. Antes de armazenar a água, faz-se necessário eliminar a primeira água da chuva. Para isso, foi montado um dispositivo de descarte da primeira chuva feito de tubo de PVC de 200 mm o qual coleta a primeira parte da água que precipita, quando o tubo está cheio uma válvula esférica obstrui a entrada e a água é conduzida para a caixa d'água de 1000 l, onde é armazenada (Fig. 1).



Figura 1. Sistema de captação da água da chuva instalado em uma residência da comunidade Julião – RDS Tupé.

A água armazenada na caixa d'água é transportada diretamente para uma torneira dentro da cozinha das casas através de canos soldáveis de 25 mm. Na tubulação foi instalado um hidrômetro Multijato para verificar o consumo diário de cada família e um filtro de passagem de 5 micrômetros.

Para realizar a análise da qualidade da água foram determinados três pontos de coleta da água: água da chuva, água do cano de descarte e água da torneira. As análises químicas realizadas tiveram por base as recomendações do Programa Biológico Internacional para ambientes aquáticos (Golterman *et al.*, 1978; Wetzel & Likins, 2000).

Os resultados das análises foram comparados com padrões encontrados na legislação brasileira para análise da qualidade da água da chuva. As legislações foram: NBR 15527/07 (Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis), a Portaria MS N°518/04 do Ministério da Saúde (qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade), a Resolução CONAMA N°357/05 (classificação dos corpos de água) e a Resolução CONAMA N°274/00 (padrão de balneabilidade).

Resultados e Discussão

Foi realizado um levantamento em cinco comunidades do Tupé, entre elas a comunidade do Julião, pelos participantes do curso de verão do projeto Biotupé no período de 28/01 a 30/01 com o intuito de saber qual a origem da água que as famílias usam para suas principais necessidades e a quantidade média de água utilizada por essas famílias.

Na tabela 1 é apresentado as comunidades visitadas, o número de residências ocupadas em cada comunidade, bem como o número total de habitantes segundo o levantamento. A comunidade do Julião possui 70 habitantes em 18 residências ocupadas, e o número de mulheres é maior que o de homens. Nenhuma dessas residências possui fornecimento público de água. Somente duas das casas possuem água encanada do igarapé. Como a maioria das famílias não possui água encanada elas utilizam diferentes recipientes para armazenar água (Tab. 2) sendo que sete famílias possuem pelo menos uma caixa d' água com capacidade de 500 l.

Essas residências utilizam água de fontes diferentes para suas atividades domésticas. Durante o

Tabela 1. Número de residências e habitantes em cinco comunidades da RDS Tupé.

Comunidades	residências	ocupadas	vazias	nº de habitantes	nº de homens	nº de mulheres
Agrovila	49	36	13	143	65	78
Julião	24	18	6	70	33	37
Livramento	69	49	20	350	117	233
São João	21	14	7	46	23	23
Tatu	5	3	2	15	13	2

Tabela 2. Tipos de recipientes utilizados para armazenamento de água nas residências do Julião - Tupé.

Tipo de armazenamento	%
Balde	6
tambor	3
caixa d'água	2
caixa e balde	4
caixa e tambor	1
balde e tambor	1
outros	1

levantamento foi perguntado qual a origem da água para banho, para beber, para cozinhar e para lavar roupa, louça e higiene em geral. Na comunidade Julião a maioria das famílias supre suas necessidades com água do poço comunitário, principalmente, a água para beber e cozinhar (95%). A água da chuva é utilizada para banho e

higiene da casa, em geral, por 16,7% das famílias entrevistadas (Tab. 3).

No cálculo do consumo médio foi levantado quais os usos a que a água se destina em uma residência. Foi considerado neste levantamento o quanto de água se usa para banho, lavar roupa, lavar pratos, sanitário e outros utensílios de cozinha. Para isso foram selecionados recipientes de volume conhecido e verificado diariamente, durante cinco dias, qual o volume e em que atividade foi gasto este volume (Tab. 4). Foram utilizados 1,040 de água, no total, por uma família constituída de cinco pessoas para atividades diárias. Aproximadamente 1000 l de água foi utilizada para lavar roupa, a qual não é uma atividade constante e 700 foram gastos com banho. Em geral, uma caixa d'água de 1000 l supre as necessidades

Tabela 3. Origem e uso da água pelas famílias (%) na comunidade Julião - Tupé.

Utilidade	poço	igarapé	rio	lago	chuva	outros
Água para banho	61%	11%	6%	0%	17%	6%
Água para beber	95%	5%	0%	0%	0%	0%
Água para cozinhar	95%	5%	0%	0%	0%	0%
Água para higiene geral	44,4%	11,1%	27,8%	0,0%	16,7%	0,0%

Tabela 4. Volume de água gasto e suas utilidades durante cinco dias por uma família (5 pessoas) do Julião.

Utilidades	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
tomar banho	200l	200l	100l	100l	100l
vaso sanitário	20l	20l	10l	20l	20l
lavar louça	50l	50l	50l	50l	
lavar roupa	100l		500l	400l	
outros	50l				
Total	2040 litros				

Tabela 5. Orçamento dos materiais utilizados na construção de um sistema de captação de água da chuva.

Material	Quantidade	Valor unitário	Total (R\$)
Calha beiral pluvial 170MM	3	48,83	146,49
Emenda p/ calha pluvial beiral 170MM	2	12,00	24,00
Cabeceira p/ calha 170MM	2	6,16	12,32
Vedação p/calha pluvial	4	0,82	3,28
Bocal p/ calha pluvial 170x 100MM	1	21,58	21,58
Joelho p/ calha pluvial 90x100 MM	1	8,47	8,47
Adaptador em forma T de 100MM	2	4,18	8,36
Redutor pvc 100MM a 200MM	1	4,0	4,0
Tubo PVC de 200MM	1	60,0	60,0
Tubo esgoto 100MM	2	29,98	59,96
Joelho soldável 25MM	5	0,50	2,50
Caixa d água 1000L	1	230,0	230,0
Hidrômetro multijato ¾	1	146,00	146,00
Cano soldável 25 MM PVC	3	10,21	30,63
Purificador de água	1	80,0	80,0
Torneira ¾ 25MM	1	2,20	2,20
Joelho 90 sold 25MM	5	0,50	2,50
TOTAL			842,29

diárias médias de uma família. Além disso, no período chuvoso o recipiente de armazenamento fica cheio por 3 ou 4 dias.

Para montagem dos sistemas de captação foram pesquisados e comprados materiais específicos que se encontram a venda em lojas de materiais de construção em Manaus. Observa-se na tabela 5 que foram gastos, em média, R\$ 840 reais para cada sistema. Foram necessárias duas pessoas para montar um sistema em um período de 8 horas. O sistema é de fácil montagem e as famílias acompanharam esse processo para entender seu funcionamento e realizar a sua manutenção.

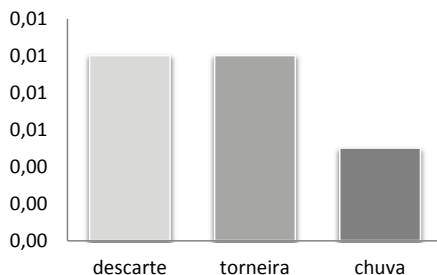


Figura 2. Valores médios de pH para água dos pontos de amostragem.

O pH apresentou pouca variação de uma amostra para outra. Os valores para o pH da água da chuva foi de 5,3 o da água do descarte 5,4 e a água da torneira 5,7 (Fig. 2). Segundo Hagemann,

2009 compostos na atmosfera tornam a água da chuva de caráter ácido, porém ao passar pelas superfícies de captação seu pH é modificado, por influência do material e impurezas que compõe essas áreas.

A alcalinidade apresentou valores médios de 3,20 mg de HCO_3^-/l para água de descarte, 2,64 mg de HCO_3^-/l para água da torneira e 3,35 mg de HCO_3^-/L para a água da chuva (Fig. 3).

A concentração de cloretos variou relativamente pouco entre as amostras. Em média o valor encontrado para água da chuva foi de 1,33 mg/l,

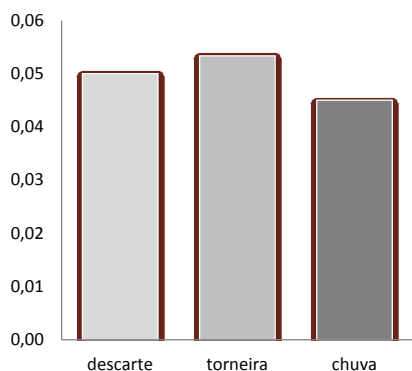


Figura 3. Valores médios de Alcalinidade para água dos pontos de amostragem.



Figura 4. Valores médios de Cloretos para água dos pontos de amostragem.

água do descarte 1,37 mg/l e água da torneira 1,48 mg/l (fig. 4). Segundo Peters, 2006 a água da chuva ao passar pelo telhado aumenta as concentrações destes e após o seu descarte e passagem pelo filtro reduzem estas concentrações.

A cor aparente encontrada no descarte variou entre 2,24 mg/l

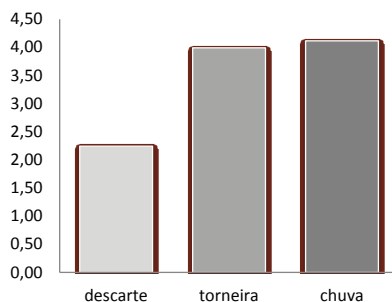


Figura 5. Valores médios de Cor aparente para água dos pontos de amostragem.

PT-Co/l e 0,75 mg/PT-Co/l, a água da chuva e da torneira apresentaram 4,11 e 3,99 mg/PT- Co/l respectivamente (Fig. 5). Esses valores estão abaixo do estabelecido pela legislação.

A condutividade média encontrada nas amostras de água da chuva, água do descarte e água da torneira foram em média de 3,5

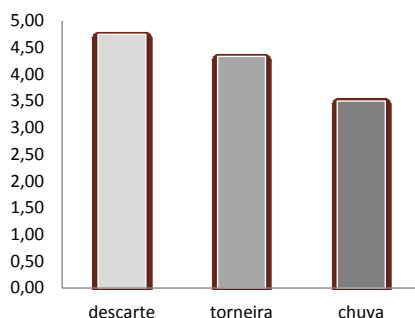


Figura 6. Valores médios de Condutividade para água dos pontos de amostragem.

$\mu\text{s/cm}$, $4,75 \mu\text{s/cm}$ e $4,33 \mu\text{s/cm}$ respectivamente (Fig. 6). Esse pequeno aumento no valor da condutividade após passar pelo telhado corrobora Jaques (2005).

Os valores para dureza foram em média de $2,75 \text{ mg de CaCO}_3/\text{l}$ para água da chuva, $2,63 \text{ mg de CaCO}_3/\text{l}$ para a água do descarte e $2,17 \text{ mg de}$

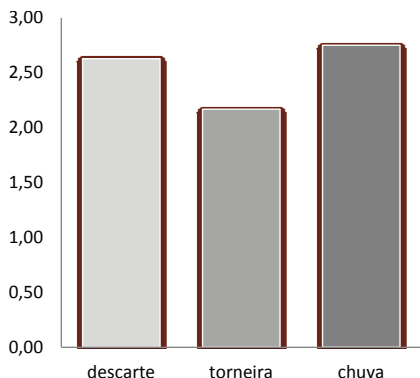


Figura 7. Valores médios de Dureza para água dos pontos de amostragem.

CaCO_3/l para a água da torneira (Fig. 7). A dureza está relacionada com a quantidade de sais de magnésio e cálcio dissolvidos normalmente as águas pluviais apresentam baixa concentração desses sais (Alt, 2009).

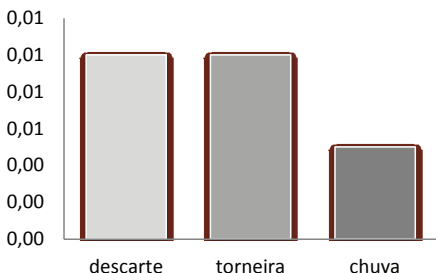


Figura 8. Valores médios de Dureza para água dos pontos de amostragem.

O ferro total apresentou concentrações entre $0,00 \text{ mg/l}$ e $0,01 \text{ mg/l}$ para todas as análises (Fig. 8).

A turbidez da água da chuva foi de $0,645 \text{ UNT}$, da água do descarte de $0,445 \text{ UNT}$ e da torneira de $0,493 \text{ UNT}$ (Fig. 9). Esses valores corroboram Amorim (2001), onde os valores de

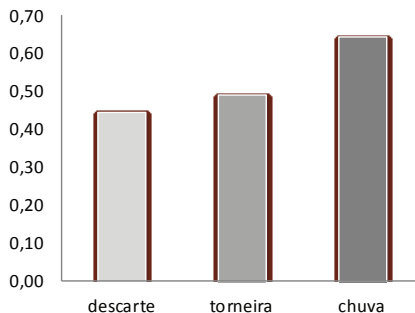


Figura 9. Valores médios de Turbidez para água dos pontos de amostragem.

turbidez são relativamente baixos. Segundo a portaria MS N°518/04 o valor máximo admitido é de 5 UNT .

Os valores de coliformes totais foram maiores na água do descarte variando entre $1011,2 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ e $3,1 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$. Os valores encontrados na água da torneira variaram entre $1011,2$ e $4,1 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$. Enquanto a água da chuva não apresentou coliformes totais ($<1 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$). Em relação aos coliformes fecais foram encontrados valor máximo de $10,9 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ na água de descarte e na torneira e não foram encontrados coliformes fecais na água da chuva. O mesmo ocorre no trabalho de Tordo (2004).

Os parâmetros analisados que estão previstos na legislação

Tabela 6. Comparação dos parâmetros analisados com os limites da legislação.

Parâmetro	Análise de água			Limites da Legislação		
	descarte	torneira	chuva	NBR 15527/07	MS n°518/04	CONAMA N° 357/05
pH	5,4	5,7	5,4	6,0 - 8,0	6,0 - 9,5	6,9
Cor aparente (mg/PT-Co/L)	2,25	3,99	4,11		250	250
cloretos (mg/L)	1,38	1,48	1,34		250	250
dureza total (mg de CaCO ₃ /L)	2,63	2,17	2,75		500	
ferro total (mg/L)	0,01	0,01	0,01		0,3	0,3
turbidez (UNT)	0,445	0,493	0,645	2,0 - 5,0	5	100
coliformes totais (NMP/100 ml)	496,1	344,2	<1	<1	<1	1000

foram comparados com os limites estabelecidos para determinação da qualidade da água. Todos os valores encontrados encontram-se abaixo do estabelecido para fins não potáveis (Tab. 6). Porém a Portaria MS N°518/04 que qualifica a água para consumo humano e seu padrão de potabilidade estabelece a ausência de coliformes fecais em 100 ml de água, o que não ocorre nas amostras analisadas, desqualificando a água que passa pelo sistema de captação para consumo humano. Nesta etapa do projeto não foi instalado um sistema para desinfecção da água da chuva, o que será feito posteriormente.

Conclusões

O sistema de captação de água da chuva é viável para zonas rurais desde que seja instalado adequadamente e receba manutenção periodicamente. A água de chuva pode ser tratada, canalizada e armazenada para distribuição e utilizada para os mais diversos fins.

A água de chuva não deve ser utilizada diretamente para o consumo humano. Para utilização como água potável a água da chuva deve receber tratamento adequado, de acordo com a Portaria MS N° 518/04.

Agradecimentos

Ao Programa de Iniciação Científica do INPA pela bolsa de IC de Fernanda C. Freitas. Ao laboratório de Liminologia da CBIO/INPA, na pessoa do Dr. Assad Darwich e dos técnicos José Carlos Raposo e Zedec, pela inestimável ajuda na análise de água. Ao CNPq pelo financiamento do Projeto IQSA (processo N° 575820/2008-0) executado pelo Projeto Biotupé.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527. 2007. Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 8 p.

- BRANCO, S. M. & AZEVEDO, S. M. F. O. 2006. Água e saúde humana pp. 241-267. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. (Orgs.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. - São Paulo. 748p.
- BITTENCOURT, M. M. & AMADIO, S. A. 2007. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. Acta Amazonica, 37(2) 303-308.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R.S, & OHNSTAD, M.A. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. 2nd. Ed. IBP Handbook, n.8. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Edinburgh London Melbourne. 214p.
- HAGEMANN, S.E. 2009. Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso. Dissertação de mestrado. Área de concentração em recursos hídricos e saneamento ambiental - UFMS. 140p.
- MALQUI, F. A. S. M. 2008. Captação da água da chuva para utilização residencial. Trabalho de Conclusão de Curso de engenharia civil da Universidade Federal Santa Maria. Santa Maria - RS. 85p.
- NASCIMENTO, I. *et al.* 2007. (org.) Água e Cidadania: Comunidades Rurais do Tarumã-Mirim em Manaus/Amazonas - Manaus: ACISAM. 257p.
- PETERS, M. R. 2006. Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental-UFSC.
- SALATI, E. & MARQUES, J. 1984. Climatology of the Amazon region. pp.85-126. In: SIOLI, H. (ed.), The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, Printed in the Netherlands. 763p.
- TORDO, O.C. 2004. Caracterização e avaliação do uso de águas de chuvas para fins potáveis. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau - FURB. 122p.
- WETZEL, R. G. & LIKENS, G. E. 2000. Limnological analysis. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 357p.
- ZAR, J.H., 1974. Biostatistical Analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 620 p.