

AVALIAÇÃO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM TELHADOS: ESTUDO DE CASO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA – CAMPUS JACOBINA.

João Victor Teixeira Silva (Instituto Federal da Bahia – Campus Jacobina) victor_teixeira2000@hotmail.com
Vitor Otávio Teixeira de Souza (Instituto Federal da Bahia – Campus Jacobina) votsouza@gmail.com

10.7 Engenharia de sustentabilidade – Desenvolvimento sustentável.

Resumo: Nos últimos anos as discussões que permeiam a manutenção dos recursos hídricos têm se intensificado, devido as preocupações com o abastecimento da crescente população mundial, bem como com a intensificação dos problemas ambientais. Tal fato tem motivado o lançamento de programas visando um uso mais consciente da água, sendo um deles os sistemas de captação de água da chuva. Esse trabalho tem por objetivo realizar um estudo para propor o mais adequado sistema de captação da água da chuva nos telhados do IFBA – Campus Jacobina, que devido sua grande área útil e características de funcionamento é considerado um grande edifício de serviços com um alto consumo de água potável da rede pública de abastecimento. Os resultados mostraram que o sistema é capaz de captar até 2895 m³ de água, podendo reduzir os custos com consumo em até 50%, resultando em uma economia de recursos, além de cumprir o papel ambiental da instituição, que devido a sua natureza pública pode agir como incentivador a iniciativa privada para a adoção de tais sistemas. Do ponto de vista econômico o sistema mostrou-se altamente viável, visto que os sete anos de período previsto de retorno de investimento são bem menores que as estimativas de vida útil do equipamento.

Palavras chave: Aproveitamento, Recursos hídricos, Redução de consumo, Economia.

Evaluation of rainwater caption on roofs: Case study in Federal Institute of Bahia/Jacobina Campus

Abstract: Discussions over water retention in recent years have been intensifying, due to the difficulties in remaining in the world population, as well as the intensification of environmental problems. The fact of having motivated the launch of programs is a more conscious use of water, one of them being rainwater harvesting systems. The objective of this study is to study the proportion of a water catchment system in the IFBA - Campus Jacobina roofs, which, due to its large area and the best performance indicators of the training service with the highest drinking water power in the network supply. The results were created with the code of 2895 m³ of water, which can be removed by 50%, in a resource economy, besides fulfilling the environmental role of the institution, which is due to its public nature. Act as an incentive to private initiative for an adoption of such systems. The economic point of view of the system proved to be highly feasible, since the projected seven-year return on investment is much lower than the average life of the equipment.

Key words: Exploitation, Hydric resources, Expenditure reduction, Economy.

1. Introdução

A água sempre foi um recurso essencial às sociedades, sendo o motivo de criação de muitas das maiores e mais antigas cidades do mundo, no entanto na modernidade esse recurso se tornou ainda mais importante para o homem.

Atualmente a utilizamos para fins que estão bem além do consumo para fins potáveis e de higiene geral, sendo um bom exemplo a geração de energia elétrica por meios hidráulicos. Para além disso destaca-se ainda o consumo em grande escala na agricultura extensiva e criação de animais em geral. Essa grande ampliação no consumo de água não pode, na maioria dos casos, ser acompanhada pelos reservatórios artificiais e naturais (estes que vêm sofrendo com as mudanças ambientais)

Durante séculos, e em todo mundo, as pessoas utilizaram a coleta e o armazenamento de águas pluviais, das mais diversas formas, para abastecimento doméstico, irrigação, criação de animais, entre outros diversos fins. Entretanto, com o advento das novas tecnologias surgiram os grandes sistemas centralizados de distribuição de água e equipamentos para perfuração de poços mais baratos e inteligentes, o que fez com que os sistemas de aproveitamento da água da chuva ficassem esquecidos.

Mas atualmente tem havido um renovado interesse pelo aproveitamento das águas pluviais, nos mais diversos setores (industrial, agropecuário e urbano), justificados pela recorrente escassez dos recursos hídricos, mesmo em um país onde tais recursos são abundantes, além dos crescentes custos da água potável tratada.

Outro motivo para a utilização de águas pluviais são os grandes custos com energia elétrica, outro recurso essencial que pode ter seu consumo racionalizado, uma vez que com a implantação de sistemas de aproveitamento pluvial seria necessário bombear menos água dos grandes reservatórios para as cidades, ou de poços artesianos até o consumidor, consumindo assim menos energia.

A tendência atual pela adoção de tais sistemas se utiliza de técnicas de captação de água antigas, aliadas a novos materiais e métodos disponíveis.

Devido a sua natureza tais recursos obtidos podem ser utilizados apenas para fins não potáveis, sendo viáveis para limpezas em geral, irrigação de jardins, em descargas (um dos grandes gargalos no que diz respeito ao uso racional de água), entre outros fins que não envolvam o consumo humano direto ou indireto dessa água.

As principais vantagens da instalação desses sistemas é o alívio aos mananciais, que permitem que os sistemas centralizados foquem na distribuição de água para fins potáveis, bem como a contenção da chuva, evitando assim enchentes aliada ao fator ecológico, visto que este é um sistema totalmente verde que utiliza recursos que provavelmente seriam perdidos, servindo ainda como divulgador de uma cultura de sustentabilidade. Tais sistemas contam ainda com a vantagem da redução dos gastos com água para fins não potáveis que, segundo Marinowski, 2009, giram em torno de 50%.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo o dimensionamento de um sistema de captação de águas pluviais provenientes dos telhados do Instituto Federal da Bahia, para fins de redução do consumo de água potável da rede pública de maneira ecologicamente correta, economizando assim recursos hídricos e financeiros, que podem ser melhor utilizados de outra maneira.

2. Estado da Arte

O uso racional da água está relacionado a gestão dos recursos hídricos não só no que diz respeito à demanda, mas também a oferta, de maneira que a água de menor qualidade possa suprir necessidades menos nobres, no entanto essenciais (Oliveira, Ilha, Gonçalves, & Reis, 2007).

Segundo Seeger, Sari e Paiva (2007) na atualidade, com a grande preocupação com o meio ambiente e o uso racional da água, a utilização de água tratada para fins não potáveis tornou-se inviável, o que levou a um crescente aumento, e modernização dos sistemas de aproveitamento pluviais para tais fins.

O mais simples exemplo de aproveitamento pluvial é a coleta da água que cai sobre os telhados. A água escoar pelos condutores verticais e horizontais (calhas) até os reservatórios, comumente chamados de cisternas (Fernandes, Neto, & Mattos, 2007).

A redução no consumo de água potável acarreta na diminuição do custo com a água fornecida pelas companhias distribuidoras, além de diminuir o risco de enchentes e contribuir com a preservação do meio ambiente, agindo como desafio aos grandes reservatórios que sofrem com a escassez dos recursos hídricos (Lima, & Machado, 2008).

A economia financeira de fato pode não ser tão significativa, pois trata-se de um investimento com retorno demorado. No entanto, em uma época onde tanto se fala sobre a importância de economizar água de qualidade para fins nobres e a escassez de água potável a conscientização se torna fundamental, sendo de grande importância a utilização de soluções individuais e a captação de água pluvial (Jabur, Vargas, & Milane, 2010).

A adoção de um sistema desse tipo em escolas trará aos alunos a possibilidade de acompanhar e formar opiniões baseadas no convívio com a crise hídrica, expressando sua visão positiva quanto à adoção de sistemas de captação de águas provenientes das chuvas como alternativa de combate a escassez de recursos hídricos no ambiente escolar, e posteriormente em outros ambientes (Reckziegel, Benck, & Tauchen, 2010).

3. Materiais e Métodos

Inicialmente, a fim de realizar um levantamento na demanda de água do IFBA campus Jacobina, foram analisadas as faturas de água e esgoto do instituto no período que compreende agosto de 2016 ao mesmo mês de 2017. Com base em tais dados foi possível conhecer as tendências de consumo do campus, bem como a tarifa cobrada sobre a água, dado de grande importância para definir a viabilidade de implantação do sistema.

Ainda com base no tratamento dessas informações foi possível determinar qual a quantidade de água é gasta para fins não potáveis. Segundo Marinoski, 2007, em instituições de ensino a utilização de recursos hídricos para fins não potáveis giram em torno de 50% do consumo total de água da rede de abastecimento público.

Após isso, partimos para a análise e tratamento dos dados referentes às áreas dos telhados onde seria possível instalar o sistema, em que regiões haveria necessidade de adequação de calhas e condutores, bem como o índice pluviométrico da cidade de Jacobina referente aos últimos 30 anos. A partir desses dados é possível calcular o volume esperado de captação de água pelo sistema, possibilitando o melhor dimensionamento do mesmo.

O volume de água captada leva em consideração a área do telhado, o índice de chuvas e o coeficiente de aproveitamento do sistema (que leva em conta o dispositivo de descarte e o desvio inicial da precipitação), podendo ser calculado com base na fórmula disposta a seguir.

$$V = A \cdot \eta \cdot IP$$

Onde:

V é o volume captado (m³/mês);

A é a área do telhado (em m²);

η é a eficiência do filtro (o filtro utilizado neste sistema tem eficiência de 80%)

IP o índice pluviométrico (em mm/mês).

Para coletar os dados referentes a área do telhado foram utilizadas as próprias plantas baixas das edificações que compõem o campus, além das projeções disponíveis no Google Earth, ferramenta de monitoramento por satélite da empresa multinacional Google LLC, que permite o cálculo de áreas com bom nível de precisão aliada ainda as medições realizadas nos edifícios em campo, a fim de realizar uma conferência entre os dados. Já para obter os índices pluviométricos da cidade utilizamos dados disponíveis no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia.)

De posse desses dados partimos para o dimensionamento do sistema de aproveitamento pluviométrico baseado nas diretrizes da Norma Técnica Brasileira – ABNT/NBR 15.527/ 2007, que trata do aproveitamento de águas pluviais. A figura 1 mostra o esquema básico de funcionamento de um sistema de captação de água da chuva baseado no estado atual da literatura.

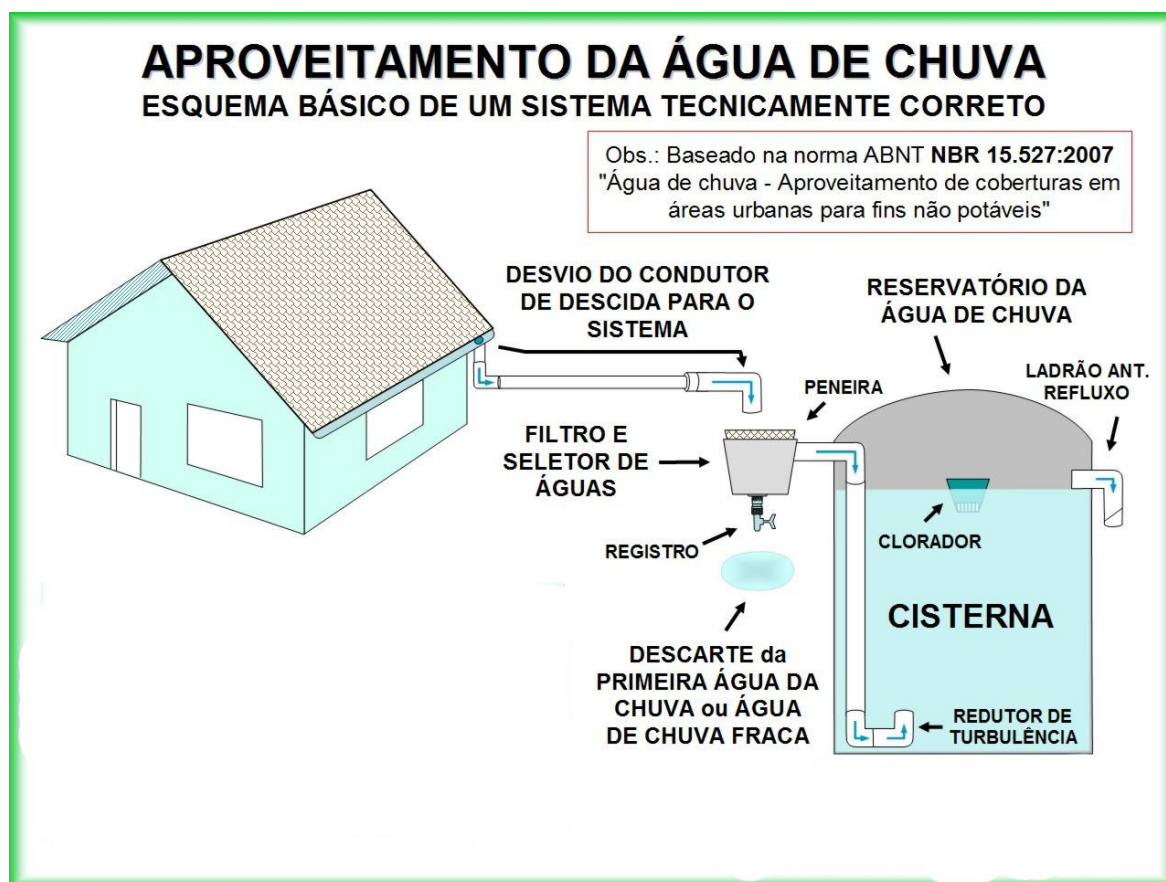


Figura 1 – Esquema básico de aproveitamento de águas da chuva

Com base nessa norma é possível definir os materiais a serem utilizados no sistema de captação, como as calhas e dutos, filtros e afins e os reservatórios. Dessa forma é possível definir com exatidão o custo total de instalação, a viabilidade de implantação e o tempo de retorno do investimento.

Por fim realizamos um estudo econômico para definir a viabilidade econômica do sistema, para tanto usamos o conceito de payback descontado, que serve para calcular o tempo de retorno do investimento da maneira mais verossímil possível, visto que desconta do fluxo de caixa (o “lucro” gerado pela implantação do sistema) uma taxa mínima de atratividade (TMA, taxa definida pelo investidor para como o valor mínimo para que o investimento seja atrativo).

Usualmente o payback descontado é representado em uma tabela onde ao final de cada período o fluxo de caixa descontado (FCD) é somado ao saldo do investimento, quando o saldo volta a ser positivo pode-se dizer que o valor de investimento foi reposto e os fluxos de caixa futuros representam lucro. O FCD é calculado a partir da equação $FCD = FC * (1+TMA)^n$.

O valor do fluxo de caixa foi fixado inicialmente em R\$ 5.500,00, valor que representa cerca de 50% do consumo de água no campus. Por recomendação do departamento de finanças do campus o fluxo de caixa tem um ganho de 10% a.a., devido ao crescimento anual de alunos que frequentam o campus, aumentando os custos com água. Ainda por recomendação do departamento de finanças a TMA utilizada foi de 12%.

4. Resultados e Discussões

Os levantamentos de dados referentes ao consumo de água da rede pública de abastecimento estão expostos na Tabela 1.

Período	Consumo (m³)	Consumo (L)	Valor (R\$)
Agosto de 2016	32	32.000	389,43
Setembro de 2016	27	27.000	313,35
Outubro de 2016	26	26.000	298,82
Novembro de 2016	60	60.000	819,03
Dezembro de 2016	59	59.000	801,89
Janeiro de 2017	57	57.000	767,61
Fevereiro de 2017	103	103.000	1.556,40
Março de 2017	101	101.000	1.521,82
Abril de 2017	66	66.000	921,88
Mai de 2017	50	50.000	653,98
Junho de 2017	74	74.000	1.090,77
Julho de 2017	34	34.000	462,79
Agosto de 2017	74	74.000	1.163,57
Total	763	763.000	10761,34
Média	63,58	63.580	896,80

Tabela 1. Consumo de água do IFBA Jacobina

A partir dos levantamentos realizados com base na planta baixa do instituto, medições manuais e utilização da ferramenta Google Earth foi possível aferir que a área total útil dos telhados dos prédios que compõem o campus e que podem ser utilizadas no sistema de captação é de aproximadamente 4.355 m², sendo 3.600m² referentes ao prédio principal e 755m² ao anexo.

No entanto durante o estudo foi possível notar nas plantas que parte do perímetro dos telhados já está preparado para receber o sistema de captação devido a existência de calhas condutoras existentes no projeto de implementação do instituto. Esta região limita-se a algumas partes dos telhados voltadas ao centro do campus, o que significa que a parte externa (maior perímetro) precisa receber as calhas.

A figura 2 demarca a região do telhado que já possui calhas, e que por isso já está preparada para receber o sistema bem como a região onde seria necessária a instalação desse equipamento base para a implantação do sistema.



Figura 2 – Vista superior do telhado do IFBA Jacobina. Em verde os perímetros que já possuem calhas, e em vermelho os que não possuem.

Partindo para os dados do INMET sobre o índice pluviométrico de Jacobina, foram estudados os registros históricos dos últimos 30 anos. Percebeu-se que a cidade é caracterizada por um clima tropical, onde o verão tem muito mais pluviosidade do que o inverno. A Tabela 2 apresenta as informações a respeito do índice de chuvas médio mensal da cidade.

	Meses												Total
Chuva (mm)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
	99	84	117	85	51	54	44	39	28	33	84	113	831

Tabela 2. Índice pluviométrico médio mensal e total (em mm)

Como já citado na fase anterior, de posse dos dados de pluviosidade e área de escoamento dos telhados é possível prever em média o volume de água captado pelo sistema de aproveitamento. A Tabela 3 apresenta o volume calculado para o campus.

Período	Área do telhado (m ²)	Chuva acumulada (mm)	Captação	
			(L)	(M ³)
Janeiro	4.355	99	344.916	355
Fevereiro		84	292.625	292
Março		117	407.628	407
Abril		85	294.780	295
Maió		51	177.684	177
Junho		54	188.136	188
Julho		44	153.296	153
Agosto		39	135.876	136
Setembro		28	97.522	97
Outubro		33	114.972	115
Novembro		84	292.656	292
Dezembro		113	393.692	393
Total (ano)		831	2.895.204	2.895
Média		69,25	241.267	241

Tabela 3. Captação possível de água da chuva baseada na média histórica

De posse de tais dados partimos para o dimensionamento do sistema de aproveitamento pluvial. Para tanto utilizamos como parâmetro a NBR 15.527 para adequar as necessidades do campus com as normas para tal tipo de instalação. Os materiais necessários para a construção do sistema estão listados abaixo com suas devidas descrições:

- Calhas e condutores: Responsáveis pela captação e condução da água até a cisterna. Segundo a prospecção, seriam necessários 500 metros.
- Filtros Pluviais: Responsáveis por eliminar os primeiros milímetros de precipitação, separar resíduos sólidos (folhas, gravetos, pequenos animais entre outros) da água e realizar a primeira cloração. Segundo a prospecção, seriam necessários 17 desses dispositivos (um a cada 250 m²)
- Freios D'água: Responsáveis por diminuir o turbilhonamento no interior do reservatório agindo como um freio do líquido que entra o tanque. Segundo a prospecção, seriam necessários 7 destes (um para cada reservatório).
- Extravasores: Responsáveis por impedir que o reservatório vaze, eliminando toda água sobressalente. Segundo a prospecção, seriam necessários 7 destes (um para cada reservatório).
- Tanques: Responsáveis por armazenar a água captada pelo sistema depois do processo de filtragem. Segundo prospecção

O critério para a escolha das calhas e condutores foi motivada pelo coeficiente de aproveitamento do material, bem como a vazão por ele suportado. Os freios e filtros não tem

nenhum critério específico de escolha, foi realizada apenas uma análise de custo-benefício levando sempre em consideração o atendimento da norma.

Por fim a escolha do tanque, que é o grande gargalo no que se trata do custo de implantação de sistemas desse tipo. Para escolher o tanque foi levada em consideração a média de consumo mensal do campus e o potencial de captação das instalações. A atual média de consumo é de 63.300 litros por mês, e como já citado anteriormente, cerca de 50% dessa quantidade poderia ser suprida por águas pluviais, o que nos leva a cerca de 32.000 litros.

No entanto outros fatores podem influenciar essa escolha, como por exemplo a crescente demanda do campus, que vem ampliando ano a ano a quantidade de alunos, a sazonalidade das chuvas na região e a grande capacidade de captação em períodos específicos. Aproveitando a captação nos meses mais chuvosos seria possível suprir a diminuição das chuvas nos outros meses.

Tais fatores nos levaram a adotar 60.000 litros como uma capacidade minimamente desejável para esta instalação. Com essa capacidade não há chances perder completamente a amortização nas contas de água da rede pública que a utilização do sistema pluvial disponibiliza.

Para compor tal capacidade instalada serão necessários seis tanques de dez mil litros do tipo cisterna, pois já conta com o extravasor integrado.

A partir da listagem dos produtos e quantidades necessárias para construir o sistema pode ser orçado o custo de implantação do mesmo no IFBA Jacobina, exposta na Tabela 4.

<i>Equipamento</i>	<i>Custo (em R\$)</i>
<i>Calhas e Condutores</i>	14.000
<i>Filtros Pluviais</i>	4600
<i>Freio d'água</i>	1000
<i>Tanques</i>	20.400
TOTAL	40.000

Tabela 4 – Custo de implantação do sistema de reaproveitamento pluvial IFBA Jacobina

Vale ressaltar que custo é referente exclusivamente ao sistema de captação e armazenamento das águas pluviais, ou seja, não estão inclusos os custos com as modificações no sistema hidráulico dos edifícios do campus que possibilitariam o pleno aproveitamento dos recursos captados.

De posse do valor mínimo necessário para iniciar o sistema partimos para análise do payback descontado. A tabela 5 mostra a aplicação da técnica no sistema estudado.

ANO	FC	FCD	SALDO
0	-R\$ 40.000,00	-R\$ 40.000,00	-R\$ 40.000,00
1	R\$ 5.500,00	R\$ 4.910,71	-R\$ 35.090,00
2	R\$ 6.050,00	R\$ 4.823,02	-R\$ 30.266,98
3	R\$ 6.655,00	R\$ 4.753,57	-R\$ 25.513,41
4	R\$ 7.320,50	R\$ 4.662,74	-R\$ 20.850,67
5	R\$ 8.052,55	R\$ 4.601,46	-R\$ 16.249,21
6	R\$ 8.857,81	R\$ 4.519,29	-R\$ 7.391,40
7	R\$ 9.743,59	R\$ 4.428,90	R\$ 2.352,18

Tabela 5 – Payback descontado do investimento no sistema. Em vermelho saldos negativos, em verde positivos.

É possível perceber que o investimento começa a ter retorno a partir do sétimo ano, o que nos permite dizer que este é um investimento a médio prazo. Os resultados se mostram positivos, sobretudo nos primeiros anos, onde a influência da TMA é menor.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos é possível observar que o IFBA Jacobina tem um enorme potencial de 2895 m³ de água das chuvas captados ao ano, potencial esse largamente superior ao atual consumo 763 m³ do campus. A criação de um sistema desse tipo reduziria em até 50% os custos com água potável consumida da rede pública de abastecimento, que hoje representam cerca de R\$ 11.000,00.

Com base no Payback descontado aplicado nesse projeto é possível definir o sistema como altamente viável do ponto de vista econômico, visto que o período de sete anos necessário para o início do retorno monetário é muito menor que a vida útil dos equipamentos sob condições normais de operação, superando facilmente os 20 anos.

A adoção de tal sistema significa ainda uma redução no consumo de energia elétrica por parte da concessionária de água, visto que esta terá que bombear menos água dos mananciais.

Além do fator econômico devem ser levados em consideração outros aspectos, como a sustentabilidade. Adotar tal sistema significa reduzir em cerca de 390m³ por ano de um recurso essencial a vida humana, gerando um alívio nos mananciais que podem ser utilizados para fins de maior importância.

Por fim age ainda de maneira educativa tanto para as centenas de pessoas que convivem ali diariamente quanto para a iniciativa privada, que pode se espelhar em um projeto economicamente viável e ecologicamente sustentável para racionalizar o consumo de água potável, trazendo assim impactos positivos para toda a região.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, p. 24. 2007.

Fernandes, D. R. M., Medeiros, V. B. de M., Neto, & Mattos, K. M. da C. (2007) Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna Na UFRN / RN. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

Jabur, A. S., Vargas, N., & Milani, C. (2010) Aproveitamento de Água Pluvial: Estudo de casos em Pato Branco/PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gerência de Obras) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Lima, R. P., & Machado, T. G. (2008). Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações. Orientadora Profª. MS. Aline Branco de Miranda Lázari. Curso de Engenharia Civil Ênfase Ambiental – Unifeb Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.

MARINOSKI, A. K. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS - SC**. 2007. 96f. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2009.

MARTINI, F. **POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL POR MEIO DO USO DE ÁGUA DE CHUVA EM SÃO MIGUEL DO OESTE – SC.** 2009. 96f. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2009.

Oliveira, L. H. de, ILHA, M. S. de O., GONÇALVES, O. M., & REIS, L. Y. R. P. A. (2007) Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável - Levantamento do estado da arte: Água. São Paulo: USP.

Reckziegel, C. R., Bencke, G. M., & Tauchen, J. A. (2010) Cisternas para o aproveitamento de água da chuva: uso não potável em escolas municipais de Horizontina. Recuperado em 28, de agosto, 2015, de http://www.fahor.com.br/publicacoes/saep/2010_cisternas_escolas_horizontina.pdf.

Seeger, L. M. K., Sari, V., & Paiva, E. M. C. D. (2007) Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da Região Sul e Centro-Oeste. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17. São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.], 1-13.

TUGOZ, J. E.; BERTOLINE, G. R. F.; BRANDALISE, L. T. Captação e Aproveitamento da Água das Chuvas: O Caminho para uma Escola Sustentável. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4, 2015, São Paulo - SP. **ANAIS...** Cascavel - PR: UNIOESTE, 2015. p 303 – 317.