



FACULDADE DE CIÊNCIAS GERENCIAIS DE MANHUAÇU

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO**

Igor Antônio Souza Goulart

Manhuaçu-MG
2015

IGOR ANTÔNIO SOUZA GOULART

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Superior de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharias
Orientador(a): Gláucio Araujo

IGOR ANTÔNIO SOUZA GOULART

**CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado no Curso de Superior de
Engenharia Civil da Faculdade de Ciências
Gerenciais de Manhuaçu, como requisito
parcial à obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharias
Orientador(a): Gláucio Araujo

Banca Examinadora

Data de Aprovação: 03 de dezembro de 2015

Mestre Gláucio Luciano Araujo; Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu

Doutora Juliana Mendonça Campos; Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu

Mestre Carlos Henrique Júnior; Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu

Manhuaçu-MG
2015

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO

Igor Antônio Souza Goulart

Gláucio Araujo

Curso: Engenharia Civil Período:10 Área de Pesquisa:Engenharias

Resumo: A revolução industrial trouxe avanço e o desenvolvimento para a sociedade, mas o mesmo ocorreu em detrimento dos recursos naturais e da sustentabilidade. A Construção Civil é um dos setores que contribuem para o consumo elevado de bens naturais seja pelo consumo de materiais, energia e água. Assim, medidas sustentáveis se fazem importantes no setor em questão. O presente trabalho objetivou o estudo de um edifício localizado na cidade de Manhuaçu-MG o qual foi construído sem a adoção de qualquer sistema de sustentabilidade. Assim, avaliou-se quais impactos seriam alcançados com a adoção de três métodos de sustentabilidade aplicados à construção civil, o reaproveitamento de resíduos, a utilização de um sistema de aquecimento solar e o aproveitamento de água pluvial. Como esperado, todos os sistemas gerariam economia e contribuiriam para a preservação dos recursos naturais, porém o sistema de aquecimento solar apresentou um elevado custo de instalação.

Palavras-chave: Construção Civil. Sustentabilidade. Resíduos. Energia Solar. Água pluvial.

Sumário

1.INTRODUÇÃO	6
2. DESENVOLVIMENTO	6
2.1. Referencial Teórico	6
2.1.1 Reúso e Reciclagem de Resíduos Provenientes da Construção Civil.....	7
2.1.2 Aproveitamento da Água da Chuva em Edifícios	9
2.2. Metodologia.....	12
2.2.1. Classificação da pesquisa	12
2.2.2. Métodos de dimensionamento	13
2.2.2.1. Água pluvial	13
2.2.2.2. Água quente	13
2.2.2.3. Resíduos da construção.....	14
2.3. Resultados e Discussão	14
2.3.1. Aproveitamento de água pluvial	14
2.3.2. Instalações de água quente	18
2.3.3. Resíduos	19
3. CONCLUSÃO.....	20
4. REFERENCIAS.....	21

1.INTRODUÇÃO

A cidade de Manhuaçu está localizada na zona da mata mineira e de acordo com os dados do censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possui cerca de 86 mil habitantes. Em 2011, segundo dados do IBGE, a mesma chegou a ter o segundo maior PIB entre os 142 municípios que compõe a zona da mata ficando atrás apenas de Juiz de Fora. O alto poder econômico da cidade, que tem a agricultura como seu principal negócio, é o fator predominante para crescimento cada vez maior da população e consequentemente do setor da construção civil na região.

O ramo da construção civil está entre as atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social no mundo, por outro lado é um dos setores mais agressivos ao meio ambiente, pelo alto consumo de recursos naturais, pela produção excessiva de resíduos e modificação de paisagens. A crescente demanda por construções em Manhuaçu acarreta consequências que podem comprometer o meio ambiente uma vez que grande parte das cidades brasileiras carece de centros e empresas que depositam os resíduos de construção e demolição (RCD) de forma adequada. Assim, a disposição de resíduos é um dos problemas que podem ser solucionados caso haja um planejamento nas obras de forma que os rejeitos sejam reaproveitados na própria construção, reciclados ou lançados em locais adequados.

Além do mais, as mudanças climáticas, que alteram o regime de chuvas e causam carência da disponibilidade de água, é um fator que afeta a população no geral e tem causas ligadas a poluição dos recursos naturais. Paralelamente à falta de água disponível para uso e consumo, tem-se o baixo nível dos rios e represas e com isso, a geração de energia fica comprometida. Logo, a poluição da natureza, que em muitos casos é gerada pelo setor da construção civil, acarreta diversos fatores como a falta de água e energia. Assim, medidas de remediação para os problemas devem ser implantados para que o conceito de desenvolvimento sustentável se faça real.

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise dos impactos que a implantação de métodos sustentáveis traria para um edifício que já foi construído sem o pensamento sustentável.

Este trabalho se propõe a apresentar qual o impacto essa edificação causaria com simples implantações sustentáveis durante e após a sua construção como, métodos de reaproveitamento de resíduos, sistema de aproveitamento de água de chuva e energia solar.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

Segundo Nascimento (2012), a origem da ideia de sustentabilidade possui duas vertentes iniciais, uma advinda da biologia e a outra da economia. A primeira se relaciona com ecologia e a capacidade de um ecossistema se recuperar após certos danos e ações prejudiciais antrópicas (ações humanas que causam malefícios ao meio ambiente) ou naturais (fenômenos naturais como, por exemplo, terremoto e tsunami). Já a segunda se relaciona com o desenvolvimento da humanidade perante os limitados recursos existentes. Assim, a sustentabilidade se baseia em duas ideias que se correlaciona e que devem se adequar de forma que o meio ambiente seja preservado perante o crescimento exacerbado das demandas econômico-industrial no mundo.

O processo de industrialização iniciado na Inglaterra na segunda metade do século XVIII impulsionou o processo de urbanização que contava com um sistema desordenado e sem planejamento. A visão de crescimento econômico fez com que o ideal de construir pensando no meio ambiente fosse esquecido e o crescimento então visava unicamente o alavancar da indústria em detrimento dos recursos naturais. Entretanto, a crise do petróleo trouxe para as nações desenvolvidas em 1973 o pensamento de que os recursos naturais não eram ilimitados e os mesmos deveriam ser preservados. Começou assim, as preocupações com a redução dos gastos energéticos. Além do mais, a expressão desenvolvimento sustentável foi criada em 1987 após o lançamento do relatório Brundtland da ONU (Organização das Nações Unidas). Em 1990, foi criada a Agenda 21 durante a Rio 92 durante a segunda Conferência Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente e as diretrizes criadas durante tal evento foram os primórdios das construções sustentáveis (VALOTO e ANDRADE, 2011).

O setor da Construção Civil é um dos mais importantes para o desenvolvimento social e econômico de um país, mas o mesmo gera um elevado impacto para os recursos naturais por causa da produção de materiais e a geração de resíduos (SINDUSCON, 2005). O processo de produção de materiais e a geração de resíduos podem ser considerados como integrados uma vez que quanto menos resíduos são gerados, menos material deverá ser produzido. Assim, a economia alcançada na obra reflete no meio ambiente de forma a mitigar a retirada de recursos naturais para tal finalidade (VALOTO e ANDRADE, 2011). Ainda segundo o último autor, cerca de 40% dos recursos extraídos no Brasil tem como finalidade a indústria da construção civil. Além do mais, 50 % da energia gerada é usada em edificações e 50% dos resíduos sólidos urbanos vêm de construções e demolições. De tal maneira, é necessária a implantação da sustentabilidade em todas as etapas relacionadas com a construção civil.

2.1.1 Reúso e Reciclagem de Resíduos Provenientes da Construção Civil

A Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foi criada na tentativa de sanar ou pelo menos mitigar os impactos gerados pelos resíduos provenientes das construções. Tal Resolução estabelece que os resíduos de construção civil são os rejeitos gerados em obras de construção, reforma, demolições, reparos e em preparação e escavação do solo (CONAMA, 2002). Além disso, a Resolução 307 (CONAMA, 2002) ainda estabelece que um Projeto de Gerenciamento de Resíduos de uma construção de grande porte e com elevados valores de geração de resíduos, deve ser criado. Tal projeto engloba as fases de caracterização dos rejeitos, triagem dos materiais de diferentes classes e tipos, acondicionamento dos resíduos, transporte dos mesmos e destinação. A destinação dos resíduos deve ser feita de acordo com as classes de rejeitos estabelecidas pelo CONAMA.

Na tabela 1 pode-se notar as diferentes classes e destinações possíveis dos rejeitos. As classes A e B se relacionam com os rejeitos que podem ser reaproveitados e reciclados sendo que os da classe A podem ser reutilizados como agregado. Os resíduos da classe C são provenientes de gesso ou outros materiais que ainda não foram desenvolvidas tecnologias adequadas para a reciclagem. Já os integrantes da classe D são os rejeitos tóxicos ou nocivos à saúde humana e assim, a destinação adequada dos mesmos se faz necessária.

TABELA 1 – Classes de resíduos vs. destinação

Classe	Destinação
A	são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: materiais cerâmicas (tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento...etc) argamassa e concreto. c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc..) produzidos nos canteiros de obras.
B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
D	são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Fonte: CONAMA, 2002.

A falta de locais para a correta disposição dos resíduos acarreta o lançamento dos mesmos em locais inadequados e os impactos ambientais são elevados. O mesmo ocasiona vários impactos como: o comprometimento da paisagem e tráfego do local; o assoreamento de rios, córregos e lagos; problemas com a drenagem urbana, acarretando enchentes; além de servirem de habitat para vetores que podem causar doenças diversas à população (CABRAL; MOREIRA, 2011). Ainda segundo Cabral e Moreira (2011), a mitigação da geração dos resíduos é a melhor opção para tal problema uma vez que o custo dos equipamentos é elevado e o processo de reciclagem e destinação dos resíduos em muitos casos não é adequado.

A Resolução 307/02 CONAMA (2002, p. 572) enfatiza que

os RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. Para os RCD Classe A, a disposição final adequada é exclusivamente em aterro de inertes, sendo que estes resíduos devem, preferencialmente, ser reciclados.

Quanto às aplicações para os rejeitos da Construção Civil, CABRAL e MOREIRA (2011) explicitam que:

- O entulho sem beneficiamento pode ser usado para a construção de estradas ou para aterros. Se o mesmo passar por processo de britagem e separação em agregados de granulometria diferente, o material resultante pode ser usado para a fabricação de concreto, blocos de vedação e para obras de pavimentação.
- Os restos de madeira podem ser reciclados na forma de papel e papelão ou ser reutilizada na própria obra.
- Materiais como papel, papelão e plásticos, podem ser doados para catadores e assim os mesmos serão destinados ao processo de reciclagem.
- Os rejeitos de vidro podem ser usados para a produção de vidro novamente, pelo processo de reciclagem, ou para a produção de fibras de vidro.
- Quanto aos resíduos cerâmicos, podem-se aplicar os mesmos na produção de concreto ainda que a resistência à compressão seja diminuída.
- As embalagens do cimento devem retornar ao produtor (fábrica) para que os mesmos sejam reutilizados como combustível para a fabricação do cimento.
- Os restos de gesso podem ser utilizados como corretivos de solo ou para a produção de gesso novamente.

Segundo Lourenço e Cavalcante (2014), os resíduos reciclados podem ser usados como agregado para misturas asfálticas. O traço, em massa, utilizado pelos autores foi de 15% de agregado graúdo, 33% de agregado intermediário e 52% de 6 agregado fino. Os agregados reciclados proporcionaram características à mistura asfáltica similar aos agregados convencionais. Além do mais, as pesquisas direcionadas por LIMA (2005) apontam que a substituição total ou parcial do agregado convencional por agregado reciclado ocasiona uma elevação na dosagem da água no traço, mas as propriedades de tais agregados se assemelham às propriedades dos agregados convencionais.

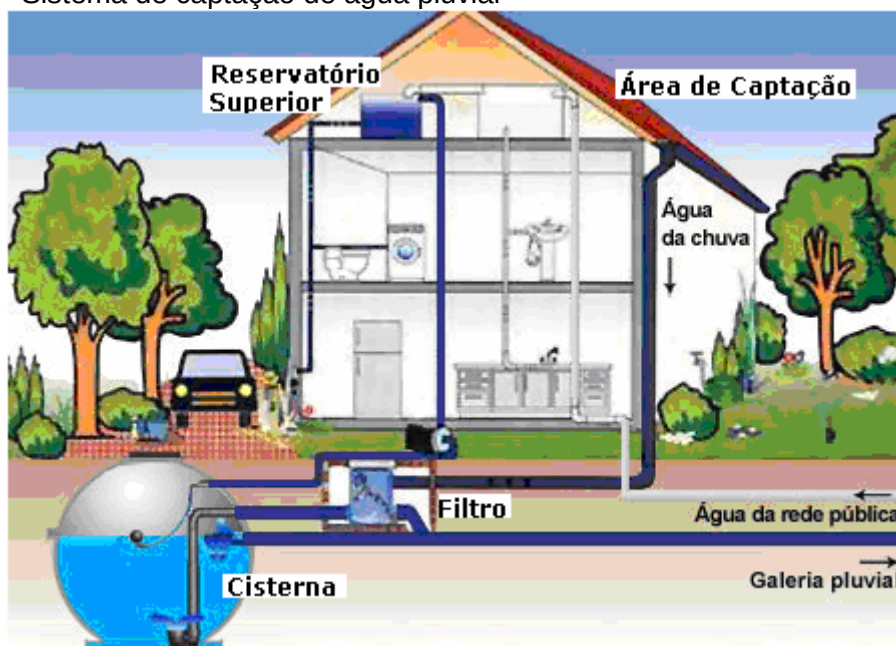
2.1.2 Aproveitamento da Água da Chuva em Edifícios

A água é um bem essencial à vida e a oferta de água é elevada, porém apenas 2,5% da água é doce ou potável. Entretanto, a acessibilidade dos mananciais não é facilitada uma vez que cerca de 69% de toda a água doce se encontra congelada nas geleiras. Além do mais, cerca de 28,5% do montante de água doce está confinada no subsolo. Assim, a quantidade de água de fácil acesso é limitada fazendo com que a preservação da água e a conservação dos mananciais sejam de alta relevância e importância (MARINOSKI, 2007).

Umas das alternativas para a minimização do desperdício de água pode ser a captação e utilização das águas da chuva em residências. Tal sistema de aproveitamento de águas pluviais não é tão recente. Segundo Gnadlinger (2000), no século X, o sistema de agricultura dos Maias e Astecas no México era abastecido pela água captada das chuvas. Tais povos construíam cisternas de 5m de diâmetro e com capacidade de armazenar até 45.000 litros.

O uso de águas provenientes das chuvas apresenta diversas vantagens, como por exemplo, a diminuição na incidência de inundações urbanas e aumenta a economia da água potável. Isso se dá pelo fato de o uso da água pluvial poder ser destinadas a atividades como a rega de jardins, lavagem de veículos e roupas, combate a incêndio e descargas de vasos sanitários (MAY, 2004).

FIGURA 1 – Sistema de captação de água pluvial



Fonte: MARINOSKI, 2007.

Na figura 1, é possível notar um exemplo de um sistema de captação de água pluvial. A água captada no sistema em questão é levada a um reservatório para que esteja disponível para uso em descargas de vasos sanitários, lavagem do veículo, rega do jardim, lavagem de roupas e o excedente é direcionado para galerias pluviais.

Na tabela 2, evidencia-se que o modo como a água da chuva é captada influencia na qualidade da mesma. Logo, quando a água entra em contato com pisos e estradas, é necessário um tratamento mesmo se os usos para a mesma forem não potáveis. Para coletas em locais em que não há tráfego de pessoas ou animais, o grau de purificação é maior e assim pode-se usar a água para fins potáveis desde que os padrões de qualidade e parâmetros mínimos de potabilidade sejam atendidos. A maioria das obras da construção civil se enquadra no grau B, uma vez que o contato com animais em telhados é inevitável.

TABELA 2 – Qualidade da água coletadas de chuva

Grau de purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não freqüentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares freqüentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Fonte: MARINOSKI, 2007

2.1.3 Sistema de Aquecimento Solar

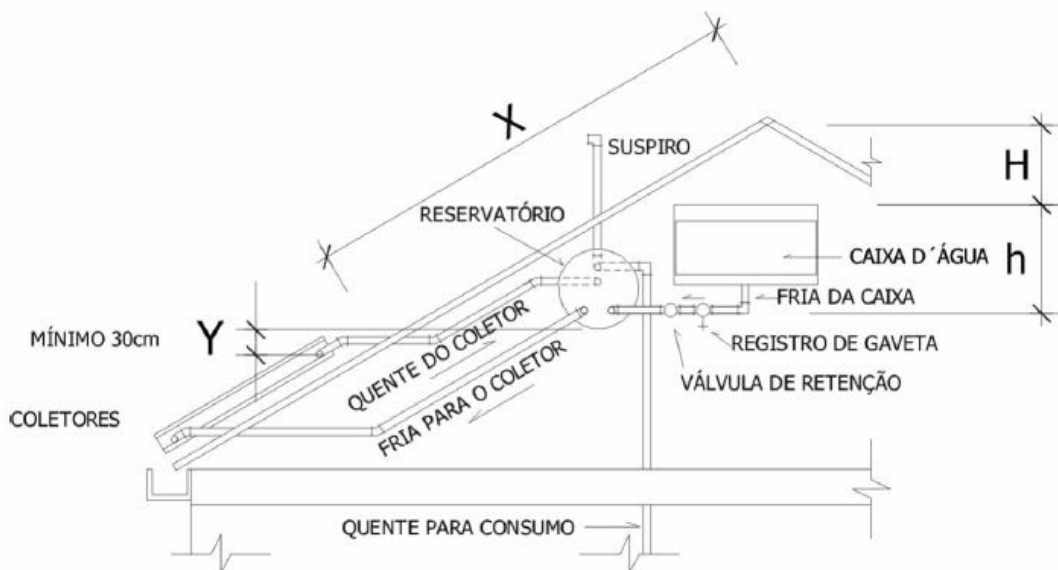
O quadro atual da Engenharia Civil e Arquitetura têm como paradigma a fabricação de construções cada vez maiores, com maior solidez, mais belas e com eficiência energética. Entretanto, as demandas energéticas do mundo têm crescido cada vez mais, os recursos disponíveis são limitados e a produção de energia se torna mais cara a cada ano. A principal fonte de geração energética no Brasil é com a utilização de usinas hidrelétricas. Tais usinas são tidas como produtoras de energia renovável e limpa. Porém, problemas como o alagamento de elevadas regiões cultiváveis e a consequente geração de metano por causa da degradação anaeróbia nas áreas alagadas, fazem com que as usinas hidrelétricas não sejam totalmente sustentáveis. Adicionalmente, as principais bacias hidrográficas no Brasil estão com capacidade de geração de energia hidrelétrica de alta densidade quase esgotada nos centros consumidores principais (RUSSI, 2012). Logo, novas fontes energéticas mais renováveis devem ser utilizadas uma vez que o pensamento sustentável é um dos parâmetros atuais da construção civil.

Uma das alternativas para tal problema é a economia nos gastos energéticos com a utilização do sistema de aquecimento de água pela energia solar uma vez que mesma não polui nem prejudica qualquer ecossistema. O fato de o Brasil apresentar bons níveis de insolação o ano todo contribui para a viabilidade do uso da energia solar. Como os chuveiros elétricos e os sistemas de condicionamento térmicos são os circuitos que mais consomem energia elétrica, o aquecimento da água pelo sistema de energia solar se mostra suficiente na economia energética. A desvantagem principal do sistema em questão se relaciona com os elevados custos de implantação (RUSSI, 2012).

Na figura 2 o sistema de aquecimento solar é mostrado. O mesmo funciona da seguinte maneira segundo Russi (2012):

- Os raios UV são coletadas pela placas (coletores) e a água que se encontra armazenada nas placas são aquecidas;
- como a água quente é menos densa, a mesma sai da placa pela parte superior e é direcionadas pela tubulação ao reservatório de água quente;
- dentro do reservatório em questão, a mesma fica disponível para o consumo dos residentes.

FIGURA 2 – Sistema de aquecimento solar



Fonte: BAPTISTA, 2006.

2.2. Metodologia

2.2.1. Classificação da pesquisa

O presente trabalho objetiva o estudo e a análise das variáveis pertinentes ao Edifício Lajes, localizado na Rua Antônio Maximiliano de Amorim, número 362 no Bairro Lajinha de Manhuaçu-MG. O estudo em questão se relaciona com a sustentabilidade e as formas de se adequar a construção, que já está finalizada, nos padrões sustentáveis. O edifício em questão, que começou a ser construído no começo de 2013 e foi concluído no final de 2014, foi projetado sem nenhum sistema que contribua com o meio ambiente.

Kauark (2010) afirma que uma pesquisa aplicada é aquela que possui fins práticos. Assim, quanto à natureza da pesquisa, pode-se destacar que o presente estudo se classifica como uma pesquisa aplicada uma vez que o objetivo é a geração de conhecimento para aplicação prática, procurando uma solução específica para os problemas de geração exacerbada e disposição incorreta de resíduos, o não aproveitamento da água da chuva e o gasto energético elevado.

Segundo Kauark (2010), uma pesquisa é caracterizada por ser quantitativa quando as informações são traduzidas em números. A abordagem da pesquisa em questão é quantitativa uma vez que dados numéricos foram levantados caracterizando o quanto poderia ter sido economizado, de forma aproximada, com o reúso dos resíduos, com o reaproveitamento das águas pluviais e com a adoção da energia solar. Em relação aos impactos gerados na natureza pela não adoção de métodos sustentáveis, pode-se destacar as relações de desperdício de material na obra com a retirada de material das jazidas. Assim, a abordagem se mostra quantitativa.

Com relação aos procedimentos técnicos, a presente pesquisa está enquadrada na categoria de estudo de caso já que o estudo tem como objetivo a análise detalhada de apenas um objeto, o Edifício Lajes. Segundo Gil (2007), um estudo de caso é um estudo bem definido de uma unidade e visa o conhecimento profundo da mesma.

Logo, o projeto teve como material a ser utilizado o próprio edifício e os documentos pertinentes ao mesmo, como por exemplo, o projeto arquitetônico, elétrico, hidro-sanitário e estrutural. Tais fontes de dados serviram como base para a

simulação da implantação dos métodos sustentáveis de reúso de resíduos, reaproveitamento da água pluvial e sistema de aquecimento solar, bem como os impactos econômicos e ambientais das mudanças em questão.

2.2.2. Métodos de dimensionamento

Para a análise em questão, foram dimensionados sistemas de captação de água pluvial, sistema de aquecimento solar e caracterização do montante de resíduos.

2.2.2.1. Água pluvial

O consumo total diário com descargas e lavagem de roupas (CTD) pode ser calculado pela equação 1.

$$\text{CTD} = n^{\circ} \text{ de pessoas} \times \text{Quantidade de água (descargas e lavanderia)} \quad (1)$$

O cálculo da quantidade de água que o edifício pode recolher durante as chuvas segue os preceitos estabelecidos por Macintyre (1990). A vazão Q pode ser calculada pela equação 2:

$$Q = S \times p / 3600 \quad (2)$$

Onde:

Q é a vazão em l.s^{-1} ;

S é a área de contribuição em m^2 ;

p é a precipitação em mm/h .

O cálculo de S segue a metodologia usada por Macintyre (1990, pág. 137). O mesmo estabelece que se houver alguma área vertical acima do telhado do edifício, metade da área de uma das paredes da parte elevada deve ser adicionada. A área em questão pode ser calculada pela equação 3.

$$S = \text{área do telhado maior} + \text{área vertical da parte elevada} \quad (3)$$

2.2.2.2. Água quente

O projeto busca como umas das análises, comparar a viabilidade da instalação de um sistema de aquecimento solar e o sistema de aquecimento elétrico por chuveiros. Macintyre (1990) especifica que a quantidade diária de água quente necessária para uma pessoa é de 60 litros. Porém apenas para banho, Mogawer e Souza (2004) estipulam que 36 litros por pessoa por dia sejam suficientes. Segundo

Mogawer e Souza (2004), o dimensionamento do sistema de aquecimento solar é feito considerando as equações 4 e 5.

$$Q = m c (t_f - t_i) \quad (4)$$

Onde,

Q: Quantidade de calor necessária [Kcal];

m: Massa de água em [kg] (1 litro = 1 kg);

c: Calor específico da água [Kcal/kg °C]; $c = 1 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$;

t_i : Temperatura inicial da água antes do aquecimento [°C]; $t_i = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$;

t_f : Temperatura final da água após o aquecimento [°C]; $t_f = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$S = Q / I n \quad (5)$$

Onde,

S: Área total do coletor [m^2];

I: Índice de radiação [$\text{Kcal/m}^2 \text{ dia}$] = $4467 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{dia}$

n: Rendimento do Coletor = 50%.

Para a análise dos custos com o aquecimento elétrico da água, considerou-se que os chuveiros a serem usados nos apartamentos tenham potência de 3500 W. No total, têm-se 2 chuveiros por apartamento. Assim, como o total de apartamentos no prédio é de 9, o total de chuveiros é de 18. Adotando que cada pessoa utilize os chuveiro por 20 minutos por dia e que cada chuveiro fosse usado por duas pessoas diariamente, o tempo total de uso de cada um dos 18 chuveiros seria de 40 minutos por dia. O preço do KWh da Energisa foi extraído do site da Aneel. O consumo de energia elétrica (CEE) pode ser calculado pela equação 6 e o custo com o aquecimento elétrico foi calculado pela equação 7.

$$\text{CEE} = \text{Número de aparelhos} \times \text{Potência do aparelho} \times \text{Tempo de uso} \quad (6)$$

$$\text{Custo} = \text{CEE} \times \text{preço do KWh} \quad (7)$$

2.2.2.3. Resíduos da construção

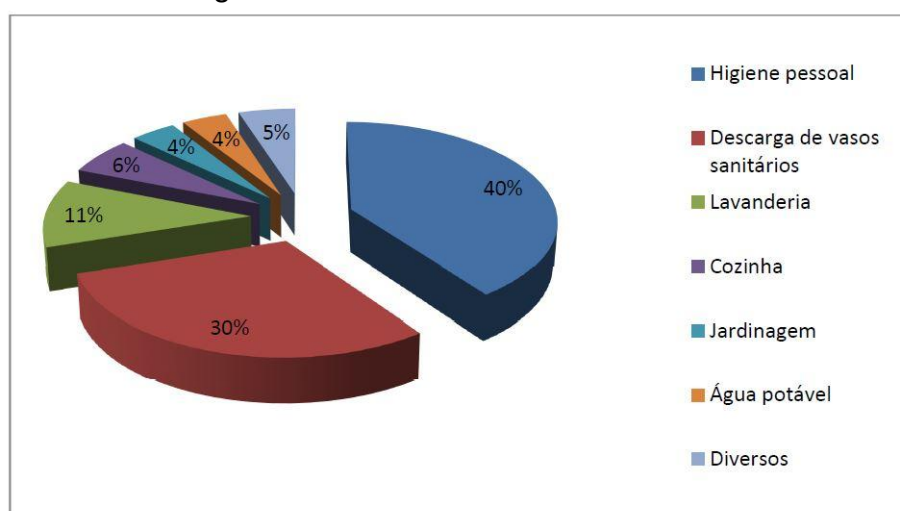
Para a estimativa do volume de entulho gerado na fase de construção da edificação em questão, adotou-se que todas as caçambas que foram retiradas do local da obra estavam cheias e todas possuíam aproximadamente 5 m^3 de entulho.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Aproveitamento de água pluvial

Segundo Murakami (2012), duas das atividades que mais utilizam água em uma residência são lavanderia e descargas em vasos sanitários. Segundo o mesmo autor, cerca de 10 a 12 litros de água são utilizados em uma descarga e cerca de 90 a 130 litros de água são usados em um ciclo de uma máquina de lavar de 11 kg. Na figura 3 pode-se ver que as atividades ligadas à higiene pessoal são as que consomem a maior parcela da água usada em residências e pode-se citar os gastos de água com banhos e escovação de dentes. Além do mais, em segundo e terceiro lugar respectivamente, têm-se descargas de vasos sanitários e lavanderia. Segundo Macintyre (1990), os cálculos de consumo de água são feitos perante a premissa de que cada dormitório comporta duas pessoas e que cada pessoa consome 200 a 250 litros de água por dia em uma residência do tipo apartamento. Para os cálculos do trabalho em questão é tomado como parâmetro um total de 200 litros por pessoa por dia. Assim, como a edificação conta com 3 pavimentos tipos e cada pavimento possui 6 quartos, como pode ser observado na figura 4(b), o total é de 36 pessoas. Como têm-se 200 litros por pessoa por dia, a demanda diária seria de 7200 litros. O projeto original contempla apenas 5 caixas de água de 2000 litros cada.

Figura 3 – Consumo de água em residências



Fonte : MURAKAMI, 2012.

Na tabela 3, pode-se analisar a pesquisa realizada por Oliveira (2005), em que as bacias sanitárias consomem 58.3 litros de água por pessoa durante o dia e as máquinas de lavar roupas consomem 11.9 litros. O Edifício Lajes comporta 36 pessoas e o consumo total diário com descargas e lavagem de roupas (CTD) pode ser calculado pela equação 1, descrita no tópico 2.2.2.1. da metodologia.

$$\text{CTD} = 36 \times (58.3 + 11.9) = 2527.2 \text{ litros por dia}$$

Tabela 3 - Estimativa do consumo de água por atividade

Tipo de uso	Consumo diário (litros/pessoa)	%
Chuveiros e banhos	62,9	32,7
Torneiras	3,6	1,9
Descargas na bacia sanitária	58,3	30,3
Lavagem de roupas	11,9	6,2
Lavagem de pratos	53,8	28,0
Outros	1,6	0,8
Total	192,1	100,0

Fonte: OLIVEIRA, 2005.

O cálculo da quantidade de água que o edifício pode recolher durante as chuvas é feito usando a equação 2, estabelecida no tópico 2.2.2.1. da metodologia. Entretanto, é necessário calcular a área de contribuição antes da aplicação da equação 2.

As dimensões para a parte elevada da cobertura (local onde os reservatórios de água estão localizados) são de 6,15m x 4,10m e uma altura de 3 metros como pode ser visto na figura 4. Assim, para a parte elevada, considera-se duas áreas principais. Uma é a área lateral vertical de 6,15m x 3,00 m/2 e a outra é a área da cobertura da parte elevada que corresponde a 6,15m x 4,10m. A área da cobertura elevada pode ser desconsiderada se no cálculo a área do telhado principal for usada de forma integral, sem descontar a parte elevada. Logo, a área total de contribuição será de:

$S = \text{área do telhado maior} + \text{área vertical da parte elevada}$

$$S = (10 \times 21,50) + (6,15 \times 3/2) = 224,23 \text{ m}^2$$

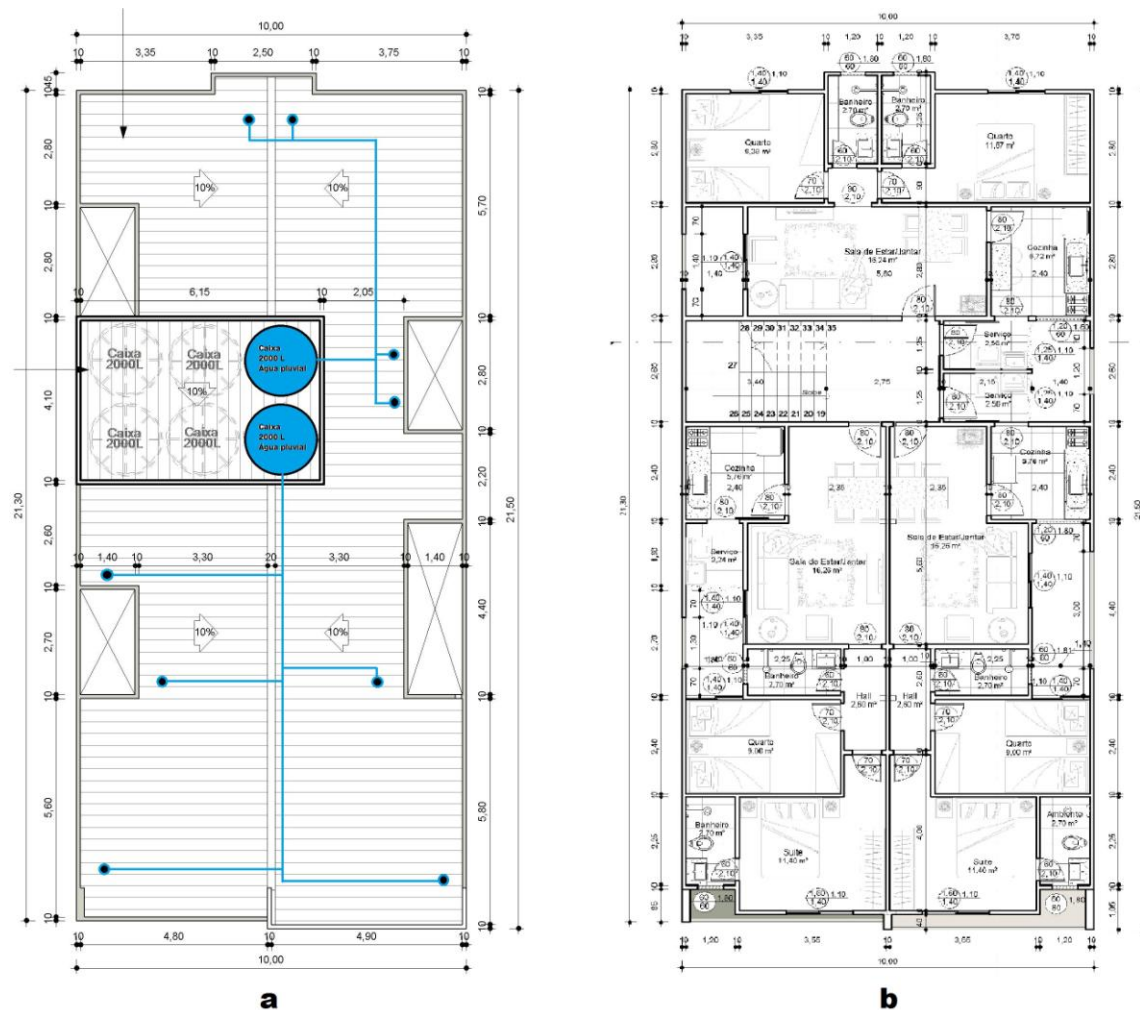
A suposição de p (índice pluviométrico) é feita seguindo as premissas de Macintyre (1990, pág. 137). Uma vez que não se tem dados mais detalhados do índice pluviométrico máximo para a região de Manhuaçu-MG, adota-se os dados pluviométricos de Belo Horizonte. Para a cidade em questão e para um período de retorno de 1 ano, a intensidade pluviométrica a ser adotada será de 132 mm/h. Logo, o valor da vazão será:

$$Q = 224,23 \times 132/3600 = 8,22 \text{ l/s}$$

$$Q = 8,22 \times 60 = 493,2 \text{ l/min}$$

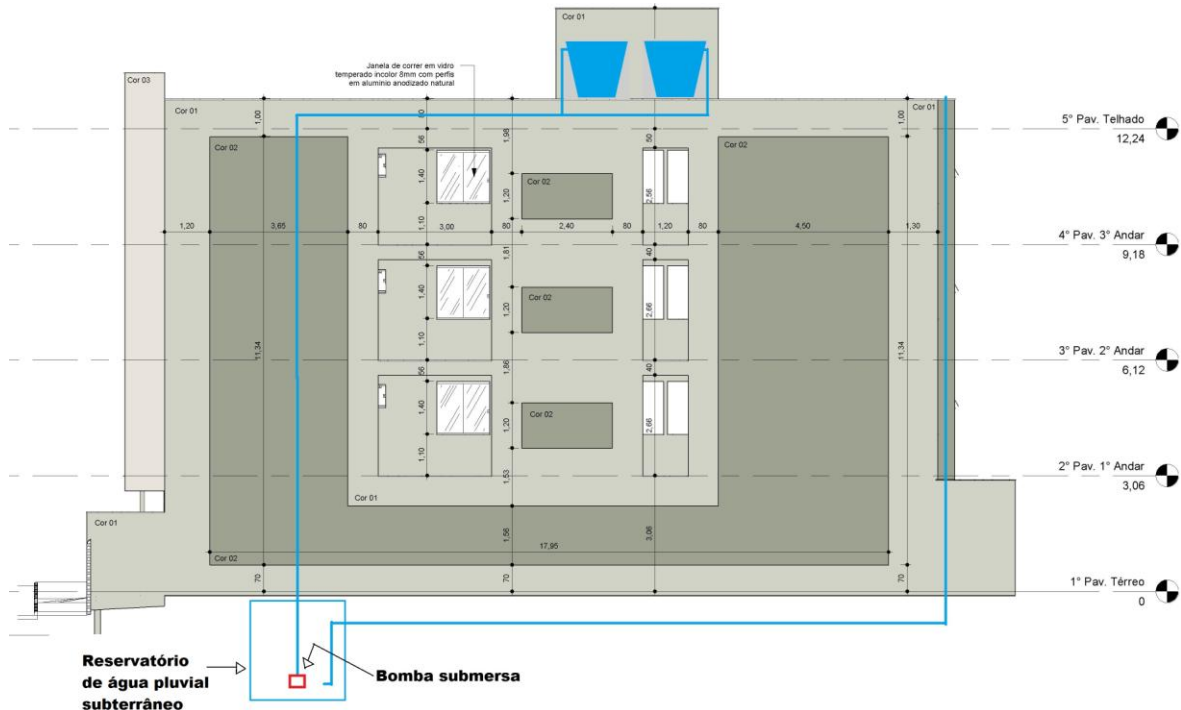
A proposta do presente projeto é de utilizar duas caixas de 2000 litros para o armazenamento de água pluvial, uma vez que o consumo máximo provável das descargas e máquinas de lavar é de 2527,2 litros por dia. Uma delas será adicionada no espaço livre e uma das 5 caixas que seriam destinadas a uso geral dos moradores passa a ser se abastecimento com água pluvial. Finalmente, têm-se 4 caixas de 2000 litros para usos gerais das moradias e 2 caixas de 2000 litros destinadas a apenas vasos sanitários e lavanderia. De tal modo, para que os dois reservatórios de 2000 l sejam enchidos, deve-se ter uma chuva de aproximadamente 8 minutos.

Figura 4 – Esquema de distribuição da água pluvial para vasos sanitários e máquinas de lavar (a) e Planta-baixa do pavimento tipo (b).



Na figura 4a, pode-se notar que as colunas de água que são direcionadas aos vasos sanitários e máquinas de lavar estão representadas pelos círculos na cor preta, nas terminações das tubulações representadas pela cor azul. Assim, uma caixa de 2000 litros seria destinada ao abastecimento da parte frontal do edifício e a outra a parte posterior do mesmo. O sistema em questão seria abastecido pela água das chuvas e poderia ser usado durante qualquer período até que os reservatórios secassem. Nos períodos de estiagem, as duas caixas de água de 2000 litros seriam utilizadas de forma regular com a água distribuída pela rede pública. Na figura 5 está representado o sistema de captação e armazenamento da água pluvial sendo que uma grade seria instalada na saída das calhas para recolher folhas e outros materiais que poderiam ir para o reservatório inferior.

Figura 5 – Esquema mostrando a captação da água pluvial advinda do telhado e sendo distribuída para as caixas de água.



Levando em consideração que o consumo de água pluvial seria de 2527,20 litros e que 1 m³ de água equivale a 1000 litros, tem-se que o consumo diário do prédio seria de 2,53 m³ e o consumo mensal seria de aproximadamente 76 m³. Segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2015), o preço do m³ na faixa de consumo de 76-100, é de R\$ 5,70. Logo, o total mensal que seria economizado nos meses de chuvas é de:

Economia mensal = 76 x R\$5,70 = R\$ 433,20.

Dividindo o montante de R\$ 433,20 pela quantidade de apartamentos (9 no total), tem-se que cada família economizaria cerca de R\$ 48,13 na conta de água.

O valor encontrado do desconto é elevado uma vez que as premissas de todos os cálculos levam em consideração apenas um sistema separado de descarga e lavanderia. Assim, as outras atividades como banho e lavagem de utensílios de cozinha, não entraram na conta em questão. Além disso, o uso da água pluvial é importante uma vez que se houver falta de água em algum período do ano, os moradores não ficariam sem água.

2.3.2. Instalações de água quente

Macintyre (1990) especifica que a quantidade diária de água quente necessária para uma pessoa é de 60 litros porém, apenas para banho, Mogawer e Souza (2004) estipulam que 36 litros por pessoa por dia sejam suficientes. Como o total de pessoas

no edifício “e de 36, tem-se que a quantidade total de água quente necessária para o dia, utilizando 36 litros como parâmetro mínimo por pessoa, é de 1.296 litros.

Segundo Mogawer e Souza (2004), o dimensionamento do sistema de aquecimento solar é feito considerando as equações 3 e 4.

$$Q = 1296(1)(60-29) = 40176 \text{ Kcal}$$

$$S = 40176/(4467)(0.5) = 17.98 \text{ m}^2 = 18 \text{ m}^2$$

Os valores da tabela 4 foram retirados do catálogo eletrônico da Leroy Merlin. Pode-se notar que os custos com a aquisição dos itens para a montagem dos painéis solares foram de R\$ 18.043,20. Os *boilers* de 200 litros foram escolhidos na tentativa de destinar a cada apartamento um *boiler* separado.

Tabela 4 – Orçamento da aquisição dos equipamentos para a instalação do sistema de aquecimento solar

Ítem	Modelo	Área (m ²)	Quantidade (unidade)	Área Total (m ²)	Valor (R\$)
Painel Solar	Solar Horizontal 2m ² Titan Ouro Fino	2	9	18	6.101,10
Reservatório (<i>boiler</i>)	Boiler Solar Baixa Pressão 200L Inox Komeco		9		11.942,10
				Total	18.043,20

Para a comparação com o aquecimento solar, utilizou-se as equações 6 e 7, já mostradas no item 2.2.3. da metodologia.

$$CEE = 18 \times 3500 \times 40 / 60 = 42000 \text{ W} = 42 \text{ KWh.dia} = 1260 \text{ KWh.mês}$$

$$\text{Custo mensal} = 1260 \times 0.5 \text{ reais} = \text{R\$ } 630$$

$$\text{Custo mensal por família} = \text{R\$ } 630 / 9 = \text{R\$ } 70$$

Pela comparação entre os valores a serem gastos com a instalação dos painéis solares e os gastos com chuveiros elétricos, pode-se analisar que os chuveiros ainda que consumam eletricidade em elevada quantidade, se mostram mais viáveis em relação a um curto período de tempo. O uso da energia solar é viável em longo prazo já que a economia na conta de energia pagaria o preço de instalação do sistema.

2.3.3. Resíduos

Na tabela 5 são apresentados dados sobre a geração de resíduos na construção da obra em questão. Uma empresa privada atuante em Manhuaçu-MG realiza a coleta de resíduos. As caçambas da empresa em questão possuem capacidade para 5m³ e preços que variam de acordo com as especificações de cada tipo de coletor. Os dados da tabela 5 foram disponibilizados pela empresa responsável pela obra, a Construtora Espera Feliz.

Tabela 5 – Quantificação dos resíduos gerados na construção

Quantidade	Data	Valor	Volume (m3)	Quantidade	Data	Valor	Volume (m3)
1	13/02/2013	R\$ 65.00	5	1	20/11/2014	R\$ 80.00	5
1	28/02/2013	R\$ 65.00	5	1	16/05/2014	R\$ 80.00	5
1	13/02/2013	R\$ 65.00	5	1	15/08/2014	R\$ 80.00	5
1	13/02/2013	R\$ 65.00	5	1	13/05/2014	R\$ 80.00	5
1	18/02/2013	R\$ 65.00	5	1	12/5/2014	R\$ 80.00	5
1	29/01/2013	R\$ 60.00	5	1	9/5/2014	R\$ 80.00	5
1	29/01/2013	R\$ 60.00	5	1	8/5/2014	R\$ 80.00	5
1	21/01/2013	R\$ 60.00	5	1	13/01/2015	R\$ 80.00	5
1	14/01/2013	R\$ 60.00	5	1	16/12/2014	R\$ 80.00	5
1	25/04/2013	R\$ 65.00	5	1	11/12/2014	R\$ 80.00	5
1	20/12/2013	R\$ 80.00	5	1	1/12/2014	R\$ 80.00	5
1	19/12/2013	R\$ 70.00	5	1	9/10/2014	R\$ 80.00	5
1	22/02/2013	R\$ 80.00	5	1	15/09/2014	R\$ 80.00	5
1	11/3/2013	R\$ 85.00	5	1	25/11/2014	R\$ 80.00	5
1	21/01/2015	R\$ 80.00	5	1	29/09/2014	R\$ 80.00	5
1	12/11/2014	R\$ 80.00	5				
Σ		R\$ 1,105.00	80.00			R\$ 1,200.00	75.00
		Total em R\$	R\$ 2,305.00				
		Total em m3	155.00				

Logo, pode-se notar que cerca de 155 m³ de resíduos poderiam ter sido reaproveitados para diversos fins, por exemplo, como material de aterro do subsolo na própria obra ou em outras edificações da mesma construtora. Além do mais, tais rejeitos se tivessem passado por um processo de britagem poderiam terem sido usados como material de substituição parcial ou integral do agregado graúdo em algumas partes da construção. Além disso, uma economia de R\$ 2.305,00 poderia ter sido alcançada caso políticas de correto armazenamento e utilização dos resíduos tivessem sido desenvolvidas. O material residual da obra é lançado nos dutos coletores de resíduos sem qualquer separação. Se os mesmos fossem separados de forma que em uma caçamba fosse lançados os resíduos não contaminados, como entulho de concreto e tijolos, e em outra os materiais contaminados e contaminantes tóxicos, como tintas, gesso e amianto, o reaproveitamento poderia ser feito de forma facilitada. O mesmo deve-se ao fato de o material contaminado com os componentes citados anteriormente ainda não possuírem metodologias de reaproveitamento estabelecidas.

3. CONCLUSÃO

O trabalho em questão propôs uma análise da viabilidade de três métodos de sustentabilidade do Edifício Residencial Lajes. Os métodos em questão foram a introdução do aquecimento solar, aproveitamento de água pluvial e reúso de resíduos.

Quanto ao reaproveitamento da água da chuva, pôde-se notar que os moradores teriam uma economia considerável na conta de água mensal se o sistema de captação pluvial fosse instalado. Além do mais, o armazenamento das águas da

chuva se faz necessário uma vez que grande parte das cidades encontra problemas de abastecimento de água durante períodos de estiagem.

Em relação à energia elétrica, a utilização do sistema de aquecimento solar apresenta um valor elevado de instalação e, portanto, se torna inviável em curto prazo. A substituição de chuveiros elétricos por um sistema de aquecimento solar traria uma elevada redução no valor da conta de energia por família, porém, o alto custo de instalação poderia inviabilizar a adoção do sistema de aquecimento solar.

A questão dos resíduos foi tratada de forma diferente. A quantificação real dos resíduos gerados durante a construção foi feita e verificou-se que uma elevada quantidade dos mesmos poderiam ter sido usados para diversos usos. Além do mais, se os mesmos tivessem sido aproveitados na própria obra, uma economia considerável teria sido alcançada.

As limitações do trabalho se relacionam com a obrigatoriedade de se fazer suposições e aproximações quanto o consumo real de água e de eletricidade por parte dos moradores. Sabe-se que o consumo durante o dia por morador é aproximado uma vez que o mesmo varia diariamente.

4. REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Tarifas residenciais vigentes**. Energisa – MG, 2015. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>>. Acesso em: 25 out. 2015.

BAPTISTA, Alessandra Sleman Cardoso. **Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAAahUKEwjhh8vy4JLJAhVKJCYKHWcpAno&url=http%3A%2F%2Fwww.ppe.ufrj.br%2Fppe%2Fproduction%2Ftesis%2Fasleman.pdf&usg=AFQjCNFr8dOp0aEyqUV_REZcqEAXIKD_A&sig2=1YPGTJxGRwUaCIEhsxJZQw&bvm=bv.107467506,d.eWE>. Acesso em: 25 de outubro de 2015.

BOHN, Adolar Ricardo. **Instalação Predial de Água Quente**. Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 307** - Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, 2002.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. SINDUSCON. Fortaleza, agosto de 2011. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwjNidGNIJfIAhWEKh4KHbTICCs&url=http%3A%2F%2Fwww.sinduscon-ce.org%2Fce%2Fdownloads%2Fpqvc%2FManual-de-Gestao-de-ResiduosSolidos.pdf&usg=AFQjCNEPAzXTF11bVLZnCGEdS7QqAHkfZg&bvm=bv.103388427,d.eXY>>. Acesso em: 24 set. 2015.

GERHARDT, Tatiana Engel; TOLFO, Silveira Denise. **Métodos de pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GNADLINGER, João. Coleta da água de chuvas em áreas rurais. Segundo Fórum Mundial da Água, Holanda, 2000. Disponível em: <http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm>. Acesso em: 25 out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313940&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-comple-tas>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa**: um guia prático. Itabuna / Bahia, 2010.

LASSO, Paulo Renato Orlandi; VAZ, Carlos Manoel Pedro; BERNARDI, Alberto Carlos de Campos; OLIVEIRA, Cauê Ribeiro de; BACCHI, Osny Oliveira Santos. **Avaliação do uso de resíduos de construção e demolição reciclados como corretivo da acidez do solo**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n6/22.pdf>. São Paulo, 2012>. Acesso em: 25 out 2015.

LEROY MERLIN. **Aquecimento solar**. Disponível em: http://www.leroymerlin.com.br /boiler-solar-baixa-pressao-200l-inox_komeco_87418191?origin=540d99d30fdf_09cb7fd55ec4>. Acesso em: 10 out. 2015.

LEROY MERLIN. **Aquecimento solar**. Disponível em: http://www.leroymerlin.com.br/coletor-solar-horizontal-2m2-titan-ouro_fino_88099865?origin=54099e_799aa5999b_18157953>. Acesso em: 11 out. 2015.

LIMA, Francisco Sales Neves de Souza. **Aproveitamento de resíduos de construção na fabricação de argamassas**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre. João Pessoa – Paraíba, Março de 2005.

LOURENÇO, Victor Manuel de Queiroz; CAVALCANTE, Erinaldo Hilário. **O uso do agregado oriundo da reciclagem do resíduo de construção e demolição em misturas asfálticas**. São Cristovam, Sergipe, 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAAahUKEwiJ34OtilvJAhXEPCYKHag9CLs&url=http%3A%2F%2Fwww.anpet.org.br%2Fxxviiiianpet%2Fanaais%2Fdocuments%2FAC210.pdf&usg=AFQjCNGqoSNZ2HQjYU8nPjGPJMLqTr5xFA&sig2=gpZFwE8c7lcpRqPKAXxZhw&bvm=bv.107406026,d.eWE>>. Acesso em: 2 out. 2015.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**. Florianópolis, julho de 2007. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas Prediais Industriais**. 3ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1996.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MOGAWER, Tamer; SOUZA, Teófilo Miguel de. **Sistema solar de aquecimento de água para residências populares..** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5. **Anais...**, 2004, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200050&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 07 Nov. 2015.

MURAKAMI, Luciana Molinari. **A utilização de água de maneira sustentável em residências unifamiliares**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2012.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142012000100005&script=sci_arttext>. Acesso em: 25 set. 2015.

NETO, Eugenio Henrique Leicht. **Sustentabilidade das edificações: do projeto a demolição**. Dissertação de mestrado, Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2011. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAAahUKEwj0qvqpjpfIAhUL0h4KHxECAYg&url=http%3A%2F%2Fwww.unicap.br%2Ftede%2Ftede_arquivos%2F3%2FTDE-2011-11-23T173341Z-452%2FPublico%2Fdissertacao_eugenio_leicht.pdf&usg=AFQjCNE1HtAxzijTR9sTgxzuoS9e-_0lhw&bvm=bv.103388427,d.eXY>. Acesso em: 20 set. 2015.

OLIVEIRA, Sulayre Mengotti. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Utilização de Resíduos de Construção**. Estudo do uso em argamassas, São Carlos: Departamento de Arquitetura e Planejamento da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 1986. 148p.

PROENÇA, Lúcio Costa. **Usos Finais de Água Potável em Edifícios de Escritórios Localizados em Florianópolis**. Florianópolis, 2007. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_ic/IC_Lucio_Costa_Proenca_2007.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – DTA - Documento Técnico de apoio nº E1. Brasília, 1998.

RUSSI, Madalena. **Sistema solar misto de aquecimento de água e de condicionamento térmico de edificações para Santa Maria – RS**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS, Brasil, 2012

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITABIRITO - MG (SAAE). **Tarifas**. Disponível em: <<http://www.saaeita.mg.gov.br/entenda-sua-conta/tarifas>>. Acesso em: 25 out. 2015.

SINDUSCON. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil**. A experiência do SindusCon-SP. São Paulo, 2005. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAAahUKEwil4OW1kpflAhXKvIAKHQxKDKU&url=http%3A%2F%2Fwww.sindusconsp.com.br%2Fdownloads%2Fprodserv%2Fpublicacoes%2Fmanual_residuos_solidos.pdf&usg=AFQjCNHp631SSNpKaAli_ptEusFjF2MdWQ&bvm=bv.103388427,d.eXY>. Acesso em: 27 set 2015.

TIBA, Chigueru *et al.* **Atlas Solarimétrico do Brasil** : banco de dados solarimétricos. Recife, 2000. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicações/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

VALOTO, Fernanda Maia; ANDRADE, Bárbara Suellen de. **Construção civil e o ensino de práticas sustentáveis em prol do meio ambiente**. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ, 2011. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sextoestec/art1710.pdf>>. Acesso em: 22 set. de 2015.