

LUCAS DA COSTA RECH

Implantação de um condomínio sustentável na cidade de Porto Velho - Rondônia

Guaratinguetá – SP

2017

Lucas da Costa Rech

Implantação de um condomínio sustentável na cidade de Porto Velho - Rondônia

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

Guaratinguetá – SP

2017

Rech, Lucas da Costa
R296i Implantação de um condomínio sustentável na cidade de Porto Velho -
Rondônia / Lucas da Costa Rech – Guaratinguetá, 2017.
60 f. : il.
Bibliografia : f. 51-53

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

1. Arquitetura sustentável. 2. Eficiência do uso da água. 3. Energia
solar. 4. Construção civil. I. Título

CDU 728



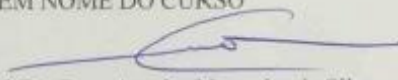
Luciana Máximo

Bibliotecária/CRB-8 3595

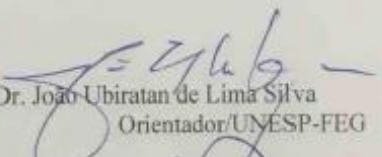
LUCAS DA COSTA RECH

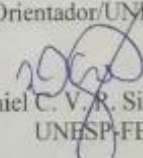
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM NOME DO CURSO"

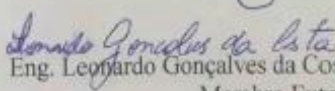
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO


Prof. Dr. Enos Arneiro Nogueira da Silva
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. João Ubiratan de Lima Silva
Orientador/UNESP-FEG


Prof. MSc. Daniel C. V. R. Silva
UNESP-FEG


Eng. Leonardo Gonçalves da Costa
Membro Externo

01 de dezembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e à Deus, que sem eles nada disso seria possível. Também aos meus amigos que fiz durante a faculdade e que vou levar para a vida toda, especialmente aos moradores da república Masmorra, que conviveram diariamente comigo durante anos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva, que sempre esteve presente para me atender, tirar minhas dúvidas e dar conselhos durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Unesp campus de Guaratinguetá pela dedicação, especialmente aos funcionários da biblioteca, pela dedicação e vontade de ajudar e atender aos alunos.

“O único lugar onde sucesso
vem antes de trabalho é no
dicionário”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho aborda o tema de construções sustentáveis, englobando a aplicação de ecotécnicas na construção civil, como a geração de energia fotovoltaica, captação e aproveitamento de água de chuva e tratamento de esgoto. O objetivo do trabalho é a construção de um condomínio, na cidade de Porto Velho, no estado de Rondônia. O condomínio é composto por 10 (dez) casas que apresentam sistemas de captação de água, o sistema possibilita a utilização da água para fins não potáveis. No telhado foram utilizadas telhas ecológicas, que possuem um menor custo e também melhoram o conforto térmico na residência. Para o sistema de captação foi considerado o sistema *in loco*, que utiliza fossa ecológica na área comum do condomínio. Além dessas, foram estudadas outras ecotécnicas e materiais que causassem um menor impacto ambiental, não sendo todos inseridos no projeto devido aos custos envolvidos. Em cada item considerado no projeto foram feitos orçamentos com empresas externas para que possibilitasse uma análise de custo. Ao final do projeto concluiu-se que as ecotécnicas e materiais, embora em sua maioria ainda possuam valores maiores que os normais utilizados, apresentam outras vantagens que não só as econômicas.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Eficiência energética. Energia fotovoltaica. Aproveitamento de água pluvial. Sistema de tratamento de esgoto *in loco*.

ABSTRACT

This work deals with the theme of sustainable construction, including the application of ecotechnics in civil construction, such as the generation of photovoltaic energy, capture and use of rainwater and sewage treatment. The objective of the work is the construction of a condominium, in the city of Porto Velho, state of Rondônia. The condominium consists of 10 (ten) houses that present water collection systems, the system allows the use of water for non-potable purposes. On the roof were used ecological tiles, which have a lower cost and also improve thermal comfort in the residence. For the catchment system was considered the system in loco, that uses ecological fossa in the common area of the condominium. In addition to these, other ecotechniques and materials that cause a lower environmental impact were studied, not being all inserted in the project due to the costs involved. In each item considered in the project, budgets were made with external companies to enable a cost analysis. At the end of the project, it was concluded that ecotechnics and materials, although most of them still have higher values than normal ones, present other advantages than economic ones.

KEYWORDS: Sustainability. Energetic efficiency. Photovoltaics. Rainwater harvesting. Sewage treatment system in loco.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista superior da localização do terreno.....	14
Figura 2 – Vista frontal do terreno.....	14
Figura 3 – Layout do condomínio.....	15
Figura 4 - Variação do consumo de energia vs PIB entre 1995 e 2015.....	17
Figura 5 - Componentes da radiação solar.....	18
Figura 6 - Potencial de geração de energia fotovoltaica.....	19
Figura 7 - Tijolos de solo-cimento.....	20
Figura 8 - Tijolos ecológicos preenchidos com concreto.....	21
Figura 9 - Exemplos de utilização de Magboard.....	22
Figura 10 - Exemplos de telhado verde.....	25
Figura 11 - Composição de um telhado verde.....	26
Figura 12 - Telhado verde extensivo.....	26
Figura 13 - Ciclo hidrológico.....	29
Figura 14 - Esquema de captação e armazenamento de água de chuva.....	30
Figura 15 - Planta da casa com medidas.....	33
Figura 16 - Proposta para layout da fachada da casa.....	34
Figura 17 - Proposta para layout interno das residências.....	35
Figura 18 - Águas do telhada da residência.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – População brasileira.....	16
Tabela 2 – Projeção do número de domicílios.....	16
Tabela 3 - Tipos de tijolos ecológicos e suas características.....	21
Tabela 4 - Características das placas de cimento magnesiano.....	23
Tabela 5 - Características dos tipos de telhado verde.....	27
Tabela 6 - Área das águas do telhado.....	36
Tabela 7 - Comparação do custo de instalação do telhado.....	37
Tabela 8 - Média pluviométrica em Porto Velho.....	39
Tabela 9 - Irradiação solar no terreno.....	41
Tabela 10 - Comparação do consumo de energia com e sem sistema de energia fotovoltaica.....	42
Tabela 11 - Tabela diária de contribuição de esgoto e de carga orgânica.....	44
Tabela 12 – Composição do custo total para cada residência.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1	TERRENO.....	13
3.2	ENERGIA SOLAR.....	15
3.2.1	Energia fotovoltaica	18
3.3	PAREDES.....	20
3.3.1	Tijolos de solo-cimento	20
3.3.2	Placas de cimento magnesiano	22
3.4	TELHADO.....	23
3.4.1	Telhas ecológicas	24
3.4.2	Telhado Verde	25
3.5	CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	28
3.6	TRATAMENTO DE ESGOTO.....	30
4	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	32
4.1	PROJETO ARQUITETÔNICO.....	32
4.2	TELHADO.....	36
4.3	CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	38
4.4	ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	41
4.5	PAREDES.....	42
4.6	TRATAMENTO DE ESGOTO.....	43
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
6	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A – Tarifas cobradas pela CAERD	52
	ANEXO B – Consumo de energia na residência	53
	ANEXO C – Proposta da empresa Ecofossa	55
	ANEXO D – Planta da residência com medidas	56
	ANEXO E – Consumo de água	57
	ANEXO F – Comparação entre Tijolos ecológicos e blocos cerâmicos	58

1. INTRODUÇÃO

Engenharia é o campo da ciência que tem por objetivo o aprimoramento e a criação de conhecimentos com utilidade técnica e científica, a partir de embasamentos teóricos de origem na matemática, física, química, entre outras. Dessa forma, engloba áreas que exercem considerável importância no bom funcionamento da sociedade, desde o início da civilização até os dias atuais.

A engenharia civil é uma das mais antigas. Apareceu na história juntamente com a arquitetura, quando o homem deixou a vida nômade e começou a se preocupar com a construção de moradias fixas. Foi aprimorada ao longo dos séculos até chegar ao que se admite hoje.

A engenharia civil foi se desenvolvendo ao longo dos anos, se adaptando às necessidades e situações impostas às pessoas que estão situadas em países e regiões distintas. Percebe-se a evolução olhando somente as arquiteturas de um mesmo país, e isso se deve principalmente ao avanço do conhecimento, seja ele na área de cálculo estrutural, desenvolvimento de novos materiais e técnicas de construção e também o avanço do conhecimento em outras áreas como por exemplo geotecnia.

O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais, soma-se ao consumo dos recursos de forma intensiva, a geração de resíduos gerados pelas atividades da construção civil.

Na busca de diminuir/minimizar o impacto da construção civil no meio ambiente surgiu a construção sustentável, que tem o objetivo de amenizar os impactos à natureza e com isso reduzir ao máximo a geração de resíduos e aumentar a eficiência na utilização dos materiais e bens naturais.

Com o passar dos anos e com o desenvolvimento tecnológico, novas técnicas e tecnologias de construção sustentável foram desenvolvidas e também possibilitaram com que o tivessem um custo menor, quebrando o paradigma anterior de que a maioria das técnicas de construção sustentável tinham um elevado custo para fabricação, implementação e manutenção. Com isso, tais técnicas podem ser aplicadas à construções de baixo/médio padrão.

Segundo Samantha Lêgo, do site “Revista da sustentabilidade”, o conceito de construção sustentável é baseado nos seguintes tópicos abaixo, que serão abordados no projeto de uma casa que será desenvolvido neste trabalho.

- Projetos Inteligentes: aproveitam melhor as características do terreno e do ambiente, como iluminação natural
- Redução da Poluição
- Materiais ecológicos
- Eficiência energética
- Aproveitamento (e re-aproveitamento) da água
- Tratamento de resíduos gerados pela habitação

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é realizar o estudo de técnicas sustentáveis para serem implementadas na construção de um conjunto de casas, não é objetivo deste trabalho realizar o cálculo estrutural e dimensionamento de elementos estruturais das habitações.

Realizar um estudo da vantagem econômica que a construção das casas pode acarretar, mesmo que seja no médio/longo prazo, de forma a deixar claro para o leitor quais ganhos as casas podem ter em relação às casas com mesmas dimensões.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A concepção deste trabalho começou devido ao tema de construção sustentável estar ganhando cada vez mais atenção, despertando um interesse em particular para conhecer mais sobre o tema.

No desenvolvimento deste trabalho de graduação foram consideradas algumas regiões para serem a cidade na qual o condomínio seria implementado. A cidade escolhida foi Porto Velho, localizada no estado de Rondônia, pelo fato de ser uma cidade que ainda está se desenvolvendo e ainda está atrasada na implementação e utilização de técnicas de construção sustentável.

A partir da definição da localização do condomínio e o projeto do mesmo, foi possível começar a estudar a implementação das ecotécnicas a serem implementadas. As fontes de pesquisas primárias foram artigos na internet, livros de especialistas, em conjunto foram consultados profissionais que residem ou residiram na cidade de Porto Velho, entre eles pode-se destacar:

- Eng. Lucas Castro Guerra: Engenheiro civil formado pela Unesp, campus de Ilha Solteira, que atualmente reside da cidade de Porto Velho e é sócio da empresa GF Engenharia
- Eng. Álvaro Della Justina: Engenheiro elétrico formado pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e atualmente realizando mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina, que desenvolveu projetos relacionados à geração de energia fotovoltaica

3.1 TERRENO

O local de construção do condomínio foi escolhido por estar em uma região central da cidade, que possui um bom acesso, facilitando a locomoção dos moradores para outros lugares da cidade e também por estar perto do shopping da cidade e de um parque.

Utilizando o Google Earth para localizar o terreno, que está na Figura 1 abaixo, vê-se a Avenida Pinheiro Machado, que passará na frente do condomínio, facilitando o acesso ao mesmo, e a Figura 2, com a vista frontal do terreno, em imagem tirada da Avenida Pinheiro Machado.

Figura 1: Vista superior da localização do terreno



Fonte: Google Earth (2017)

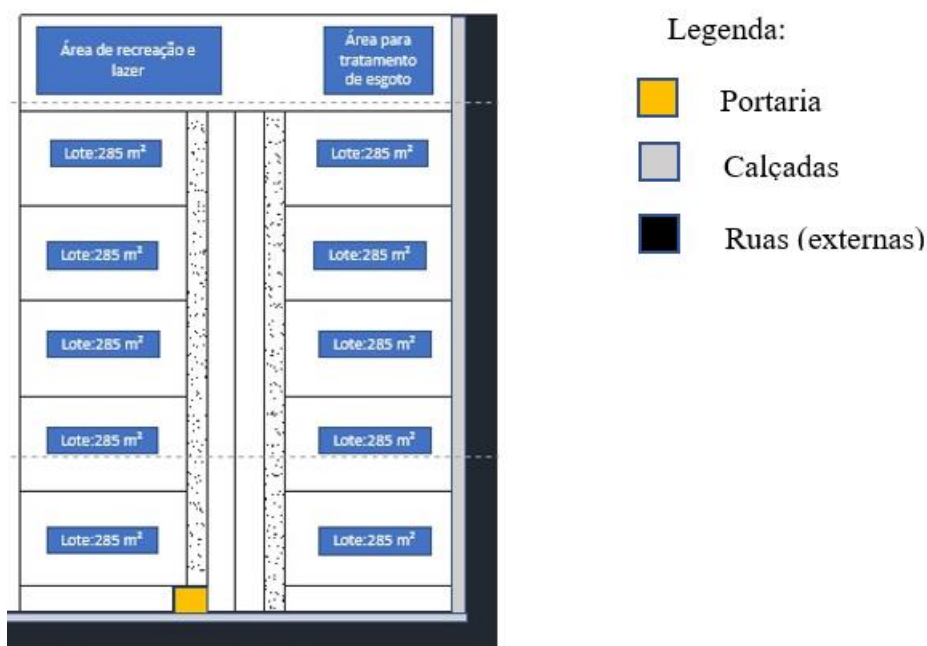
Figura 2: Vista frontal do terreno



Fonte: Google Earth (2017)

Analisando o terreno escolhido e as vias que dão acesso à ele, foi projetado para que o condomínio possua duas vias e 10 (dez) lotes com medidas área total de 238 m². Além disso, o condomínio irá contar com uma área dedicada para recreação, podendo incluir piscina, churrasqueira e uma pequena quadra. Abaixo está o *layout* do condomínio.

Figura 3: Layout do condomínio



Fonte: Próprio autor

3.2 ENERGIA SOLAR

Diferente das fontes convencionais de energia utilizadas, a energia solar é temporalmente intermitente e apresenta uma variabilidade espacial elevada em razão de sua forte relação com condições meteorológicas locais (cobertura de nuvens, concentração de gases atmosféricos, sistemas sinóticos entre outros) e fatores astronômicos associados aos movimentos orbital e de rotação da Terra. O conhecimento sobre o potencial do recurso solar incidente na superfície é essencial, mas não suficiente para impulsionar o uso dessa fonte de energia. A variabilidade do recurso solar tem impactos em aspectos técnicos de qualidade e de segurança do sistema elétrico. (PEREIRA, E. B. et al).

Ainda que em uma taxa menor, a população brasileira continua crescendo, e estima-se que cresça a uma taxa média de 0,7% entre 2016 e 2020, tendo a região Norte como o crescimento de maior expressão.

Tabela 1: População brasileira (em milhões)

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	17.822	57.085	86.653	29.542	15.768	206.871
2020	18.685	58.314	88.854	30.310	16.596	212.759
Variação (% ao ano)						
2016-2020	1,2	0,5	0,6	0,6	1,3	0,7
Estrutura de Participação (%)						
2016	8,6	27,6	41,9	14,3	7,6	100
2020	8,8	27,4	41,8	14,2	7,8	100

Fonte: Elaboração EPE.

Fonte: PEREIRA, et al. (2017)

Na mesma onda de crescimento populacional está o crescimento no número de domicílios, que está ocorrendo em média 1,7% a.a, isso pode representar uma diminuição no número médio de habitantes por domicílio.

Tabela 2: Projeção do número de domicílios

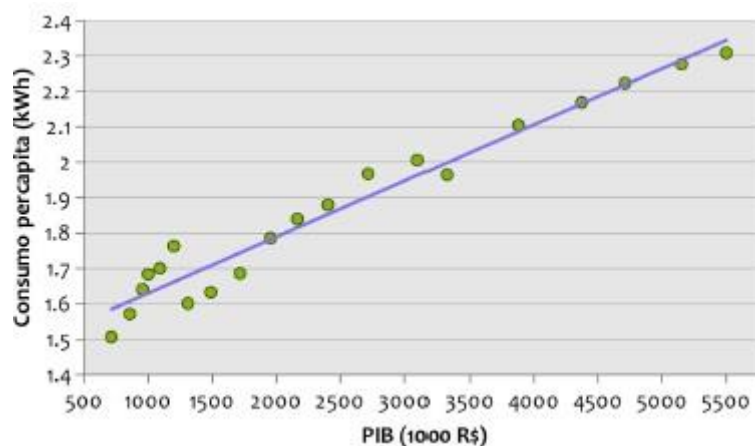
Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	4.763	17.042	28.999	10.389	5.242	66.435
2020	5.190	18.039	30.911	11.176	5.761	71.076
Variação (% ao ano)						
2016-2020	2,2	1,4	1,6	1,8	2,4	1,7
Estrutura de Participação (%)						
2016	7,2	25,7	43,6	15,6	7,9	100
2020	7,3	25,4	43,5	15,7	8,1	100

Fonte: Elaboração EPE.

Fonte: PEREIRA, et al (2017)

Com o passar dos anos e com o crescimento econômico do país, a demanda por energia elétrica está aumentando. Cada vez mais a população busca melhorar a qualidade de vida, e com o aumento da renda isso está se tornando possível, onde a população está obtendo acesso às infraestruturas, e como consequência de tudo isso, o consumo de energia per capita está aumentando em uma clara relação com o crescimento do PIB per capita.

Figura 4: Variação do consumo de energia vs PIB entre 1995 e 2015.



Fonte: PEREIRA, et al (2017)

Para atender à crescente demanda por energia elétrica, está ocorrendo uma ampliação no parque para gerar energia elétrica, sendo destaque duas usinas hidrelétricas no estado de Rondônia e também a construção da usina de Belo Monte.

As usinas hidrelétricas ainda representam a maior parcela na matriz elétrica brasileira, porém, outras fontes como as térmicas estão ganhando cada vez mais espaço no país. Um grande exemplo está nas termoeletricas à combustíveis fósseis, incluindo nuclear, que chegaram a responder por quase 26% da energia elétrica em 2015 (PEREIRA, E. B. et al). Neste contexto aparece a energia solar, obtida a partir da conversão da energia emitida pelo sol em energia térmica ou energia elétrica, este último é o processo fotovoltaico, e vem ganhando cada vez mais espaço no cenário mundial.

Com o passar dos anos e com o avanço da tecnologia, cada vez mais em busca de fontes alternativas para geração de energia possibilitaram o desenvolvimento de geradores em menor escala, de forma a serem utilizados nas mais diversas edificações. No Brasil, desde abril de 2012, entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, na qual estabelece que os consumidores brasileiros são permitidos a gerar energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada, quando o excedente produzido é fornecido à rede de distribuição de energia elétrica do local, este fato representou um avanço que alia economia financeira e consciência socioambiental.

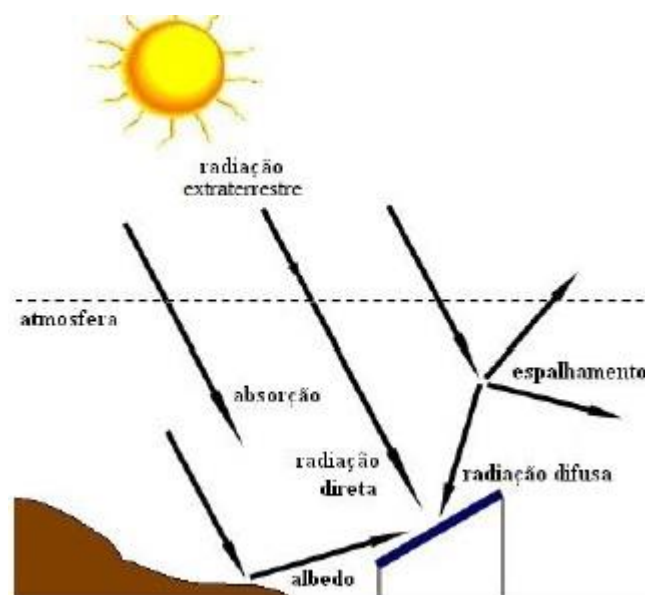
3.2.1 Energia fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é obtida a partir da conversão direta em eletricidade, através da célula fotovoltaica, fabricada a partir de um material semicondutor.

A radiação solar que chega à superfície receptora é constituída por duas componentes, direta e difusa, no qual a componente direta consiste na radiação direta do sol, enquanto que a componente difusa é proveniente de diversas direções, que atinge a superfície receptora depois de sofrer um espalhamento pela atmosfera.

A figura 5 representa a radiação que incide sobre a superfície. Vale notar que a inclinação da superfície receptora em relação a horizontal permite que seja recebido uma terceira parcela, proveniente da reflexão do ambiente no entorno da superfície, como solo, vegetação, obstáculos, etc.

Figura 5 - Componentes da radiação solar

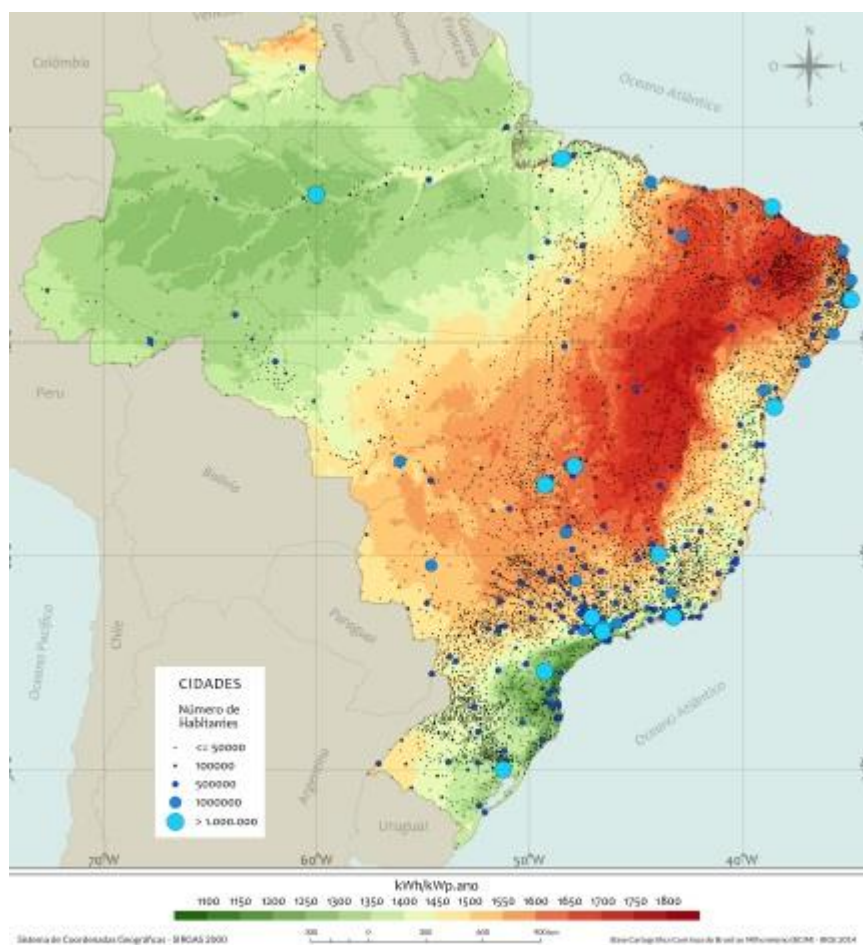


Fonte: PINHO, et al. (2008)

A maior parte do território brasileiro se encontra relativamente próxima da linha do Equador, o que nos dá uma variação pequena de duração solar durante o dia. Desta forma, esse sistema alternativo de obtenção de energia elétrica se mostra muito vantajoso e atrativo para o uso em residências e prédios (SALAMONI, 2009).

Na figura 3 está o mapa do Brasil com os respectivos potenciais de geração de energia fotovoltaica em cada região, vale ressaltar que mesmo na região com o menor potencial de geração, tal potencial é maior que todas as regiões da Alemanha, país que apresenta o maior potencial de geração de energia fotovoltaica na Europa.

Figura 6 - Potencial de geração de energia fotovoltaica.



Fonte: PEREIRA, et al (2017)

Os sistemas fotovoltaicos podem ser de dois tipos: isolados ou conectados à rede. No sistema conectado à rede, o fornecimento de energia fica sempre disponível. Isso significa que quando a geração energética do sistema fotovoltaico da propriedade não for suficiente para suprir as necessidades dos usuários, o abastecimento pela rede da distribuidora padrão poderá ser usado. No sistema isolado, a energia gerada pelos painéis de captação de luz solar é direcionada à alimentação dos aparelhos elétricos da propriedade e armazenada em baterias, o que possibilita ter energia disponível à noite ou em dias de pouca irradiação solar.

Vários parâmetros podem afetar o rendimento do conjunto de módulos solares fotovoltaicos, também denominado gerador fotovoltaico. O principal deles é o parâmetro radiação solar, que depende fundamentalmente da localização geográfica da instalação, bem como de sua inclinação e orientação. A temperatura dos painéis, o sombreamento parcial, o descasamento entre painéis de um mesmo *string*, as resistências dos condutores

e o estado de limpeza dos painéis também influenciam a performance do sistema gerador fotovoltaico.

3.3 PAREDES

3.3.1 Tijolos de solo-cimento

Também conhecidos como tijolos ecológicos, este material é produzido a partir de areia argilosa, água e cimento e diferentemente de outros tipos de tijolos, os tijolos ecológicos não precisam ser levados ao forno e devido a isso preservam o ambiente visto que não emitem CO₂ e também preservam as árvores.

Os tipos de tijolos podem ser confeccionados para serem revestidos ou para serem utilizados à vista, para vedação ou estruturais. As alvenarias também podem receber pinturas de diversas matérias primas para estarem mais protegidas contra as intempéries e os tijolos podem ser totalmente maciços ou com furos (PISANI). Dentre as vantagens dos furos nos tijolos, destacam-se: facilidade para encaixe, diminuição do peso e aumento do isolamento termo-acústico. Os tijolos ecológicos também apresentam função estrutural quando são preenchidos com cimento e armação no interior dos furos, vide figura 5.

Figura 7 - Tijolos de solo-cimento (ou tijolos ecológicos)



Fonte: Forum da Construção (2017)

Figura 8 - Tijolos ecológicos preenchidos com concreto



Fonte: Forum da construção. (2017)

Abaixo estão listados os tipos de tijolos solo-cimento comercializados no Brasil, segundo estudo realizado pela autora Maria Augusta J. Pisani

Tabela 3: Tipos de tijolos ecológicos e suas características

Tipo	Dimensões	Características
Maciço comum	5x10x20 cm	Assentamento com consumo de argamassa similar dos tijolos maciços comuns
	5x10x21 cm	
Maciço com encaixes	5x10x21 cm	Assentamento com encaixes com baixo consumo de argamassa
	5x11x23 cm	
1/2 Tijolo com encaixes	5x10x10,5 cm	Elemento produzido para que não haja quebras na formação dos aparelhos com juntas desencontradas
	5x11x11,5 cm	
Tijolos com dois furos e encaixes	5x10x20 cm	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica. Tubulações passam pelos furos verticais
	6,25x12,5x25 cm	
	7,5x15x30 cm	
1/2 tijolo com furo e encaixe	5x10x10 cm	Elemento produzido para acertar os aparelhos, sem a necessidade de quebras
	6,25x12,5x12,5 cm	
	7,5x15x15 cm	
Canaletas	5x10x20 cm	Elemento empregado para execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e
	6,25x12,5x25 cm	
	7,5x15x30 cm	

passagens de tubulações horizontais

Fonte: PISANI.

3.3.2 Placas de cimento magnésiano

O cimento magnésiano pode ser obtido a partir da reação do Óxido de Magnésio (MgO) com Sulfato de Magnésio (MgSO₄) ou Cloreto de Magnésio (MgCl₂), formando materiais cimentícios não convencionais, especialmente matrizes de oxi-sulfato de magnésio (MOS).

A partir do cimento magnésiano (ou cimento sorel), são adicionados aditivos, fibras e também telas estruturais, que darão origem às Placas de cimento magnésiano, também chamadas de Magboard. A utilização dessas placas em outros países está aumentando a cada ano, devido às suas vantagens e facilidades de instalação.

A figura abaixo mostra alguns exemplos de aplicações das placas e como elas são formadas:

Figura 9: Exemplos de utilização de Magboard



Fonte: IAM&M (2013)

As Placas de cimento magnésiano possuem boas características estruturais, resistência à fogo, água e alta resistência à impactos, por isso podem ser utilizadas tanto

em paredes externas e paredes internas. Na figura abaixo está uma tabela retirada do estudo realizado pelo IAM&M (Instituto de Assessoria Mercadológica & Mercadométrica).

Tabela 4: Características das placas de cimento magnesiano

SISTEMA CONSTRUTIVO - PLACAS PRÉ-MOLDADAS DE CIMENTO A BASE DE MAGNÉSIO	
CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE TÉCNICA	
Item	Resultado
Densidade aparente	1.050 kg/m ³
Índice de propagação de chama superficial	Classe A
Densidade óptica específica de fumaça	1
Resistência a fogo em parede sem função estrutural	Grau corta-fogo CF-60
Estanqueidade a água	Sem infiltrações, gotas e umidade
Resistência a água	Imersão em água por 7 dias
Absorção de água	Média 33,1%; Desvio padrão 0,2%
Índice de vazios	Média 34,0%; Desvio padrão 0,1%
Massa específica	Seca 1,03 g/cm ³ ; Saturada 1,37 g/cm ³
Absorção por capilaridade	C90min 1,6 g/dm ² .sq(min) (Classe C2)
Encolhimento a seco	0,6 mm/m
Módulo de elasticidade	Est. 11,3 GPa; Din 8 GPa (deformabilidade)
Resistência mecânica a compressão	Média 24,5 mpa
Resistência mecânica a flexão	Média 14,4 mpa
Desempenho acústico	33db (exigência da norma 30 db)
Preço médio instalado do material (R\$ m ²)	R\$ 65,00
Velocidade de instalação considerando 1 pedreiro e 1 ajudante (m ² /dia)	60,00 m ²
Absorção e fixação de CO ₂ atmosférico (carbonatação)	Único sistema existente com esse benefício
Ação corta fogo	60º único sistema com esse benefício
Peso da placa (Kg/m ²)	35 Kg/m ² (1/4 do peso das alvenarias tradicionais)
Resistência mecânica a impacto (joules)	360

Fonte: IAM&M (2013)

O custo médio das placas de cimento magnesiano, incluindo mão de obra, instalação e material, está em torno de R\$ 90,00 (noventa reais) por metro quadrado. Corrigindo este valor, que foi orçado em 2011, pela inflação acumulada, o custo estimado por metro quadrado seria cerca de R\$ 150,00.

3.4 TELHADO

As telhas possuem função de vedar horizontalmente uma construção e fazem parte dos sistemas construtivos desde os primórdios. Nos tempos mais remotos, eram usadas as telhas feitas de pedra - a ardósia. Mais tarde, outros materiais começaram a ser introduzidos na construção civil e alguns são usados até os dias atuais, a exemplo da telha cerâmica e da telha com fibra de cimento-amianto. (Lessa, M. L. S)

Com o passar dos anos e com o avanço da tecnologia e, conseqüentemente, o desenvolvimento de novos materiais, novos tipos de telhas começaram a ser fabricados, como por exemplo telhas feitas de concreto e PVC.

Entre as telhas convencionais, as mais utilizadas são a telha cerâmica e a telha de fibro-cimento e ambas possuem uma elevada quantidade de matéria-prima mineral no Brasil, porém tais jazidas (que possuem a matéria-prima) tendem a se esgotar com a vasta utilização das jazidas.

Além do esgotamento dos recursos minerais, a extração deste tipo de matéria prima traz outros prejuízos para o meio-ambiente, como alteração da flora e fauna local e decréscimo da qualidade de vida das comunidades de entorno, no que concerne à qualidade do ambiente, devido aos efeitos da mineração nas jazidas (Lessa, M. L. S).

3.4.1 Telhas ecológicas

A consciência ambiental, além da atenção voltada aos processos de fabricação dos materiais de construção com o uso de matérias-primas limpas e saudáveis, tem se tornado crescente e irrevogável. Junto com esse cenário, extremamente propício à arquitetura sustentável, está um mercado inovador e com foco em produtos criativos e que pouco – ou quase nada – impactam a saúde e o meio ambiente (TEMSUSTENTAVEL).

As telhas ecológicas são fabricadas com fibras naturais ou de materiais reciclados. Além de ser ecologicamente correta ela substitui com grande vantagem as tradicionais telhas de amianto. Essas telhas podem ser produzidas com materiais como caixas tetrapak e tubos de pasta de dente, garrafas pet e ainda as feitas com fibras naturais (inclusive papelão) cozidas em betume. Esse tipo de telha possui vários benefícios além de leves, utilizar madeiras mais leves, oferecem baixa transmissão térmica-acústica, mantém o ambiente interno mais ameno. São impermeáveis, não tem umidade, não propagam fungos que é prejudicial a saúde, inquebráveis, mais resistentes a chuva de granizo que as telhas de amianto, atóxica, não pegam fogo e tem vida útil até 25 anos, desde que instaladas conforme suas exigências. (EMORAR).

3.4.2 Telhado verde

Os registros históricos mostram que o telhado verde é uma técnica construtiva antiga primeiramente usado pelos zigurates da antiga Mesopotâmia. Os Jardins Suspensos da Babilônia estavam localizados no lado leste do Eufrates, num antigo bairro da cidade, entre as margens do rio e os palácios reais. São uma das sete maravilhas do mundo e a menos conhecida já que não foi encontrado algum vestígio do monumento nos sítios arqueológicos. (Silva, Neusiane da Costa).

Figura 10 - Exemplos de telhado verde

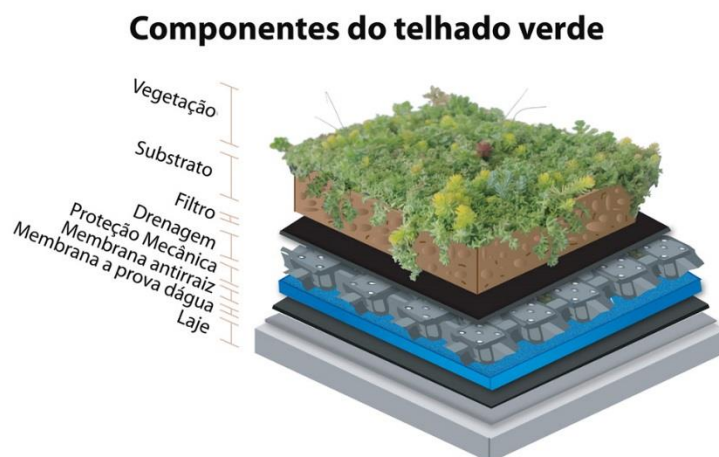


Fonte: Infraestrutura Urbana. (2017)

Como visto na figura acima, o telhado verde, cobertura verde ou jardim suspenso é um sistema construtivo que consiste em uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas e pode ser instalada em lajes ou sobre telhados convencionais e proporcionam conforto térmico e acústico nos ambientes internos. Para implantação do sistema, a obra exige a instalação de uma estrutura específica na cobertura da casa. Se o telhado for simplesmente uma laje, é preciso impermeabilizá-la; se for feito de telhas de cerâmica, é preciso retirá-las e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal. Ali serão colocados a terra e o adubo para o crescimento das plantas. Mantas onduladas, para impedir que o substrato escorra, mantas de impermeabilização para evitar infiltrações na casa, e dutos de irrigação e drenagem também fazem parte do projeto de um telhado verde. (Telhado Verde, Neusiane da Costa Silva)

A Figura abaixo mostra o sistema de um telhado verde:

Figura 11 - Composição de um telhado verde

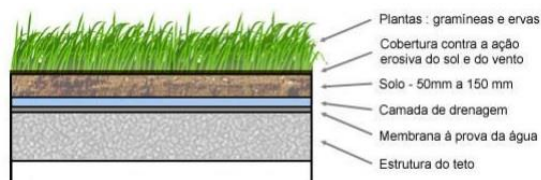


Fonte: 2030studio. (2017)

De acordo com o IGRA (International Green Roof Association), os telhados verdes podem ser de três tipos:

- Extensivo: Tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte. O sistema se caracteriza por ter vegetação de solo médio com filtro geotêxtil sintético de drenagem e retenção de umidade, sistema de isolamento, barreira de proteção da camada de superfície com membrana impermeável.

Figura 12 - Telhado verde extensivo



Fonte: MeuImovelDecorado. (2017)

- Intensivo: Comportam plantas de nível médio a grande e por isso precisam de uma estrutura que comporte maior capacidade de carga, pois precisam de uma camada de solo que varia entre 15 a 40 cm e a carga prevista varia entre 180 Kg/m² a 500 Kg/m². Neste tipo de vegetação, o telhado verde também protege a cobertura da radiação ultravioleta aumentando sua vida útil.
- Semi-intensivo: Reúne as características dos telhados verdes intensivo e extensivo.

Abaixo está o quadro resumo, obtido no site do International Green Roof Association.

Tabela 5: Características dos tipos de telhado verde

Itens	Telhado Verde extensivo	Telhado Verde semi-intensivo	Telhado Verde intensivo
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150-400 mm
Peso	60-150 kg / m ²	120-200 kg / m ²	180-500 kg / m ²
Custos	Baixo	Meio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: International Green Roof Association. (2017)

Uma das vantagens do telhado verde é a influência na temperatura, que influencia a geração de energia fotovoltaica. O calor é reconhecidamente o principal fator que afeta a eficiência de painéis fotovoltaicos instalados em uma cobertura. As altas temperaturas do telhado no entorno dos painéis, aumentam a condutividade do cristal semicondutor, o que por sua vez inibe a separação de cargas e diminui a voltagem das células solares. O calor excessivo pode reduzir a produtividade dos painéis em até 25%, em uma taxa de -0,45% por grau Celsius. (INSTITUTO CIDADE JARDIM).

Pesquisadores do departamento de engenharia mecânica da Universidade de Honk Kong (Hui & Chan, 2011) demonstraram em seus experimentos como se dão as influências positivas nesta integração: a temperatura na superfície da vegetação e no interior do substrato do telhado verde são reduzidas pelo sombreamento das placas solares, proporcionando um melhor desenvolvimento das plantas e menor evaporação de umidade / estresse hídrico. Ao mesmo tempo, o resfriamento proporcionado pelo telhado verde explica um aumento de 8,3% na geração de energia elétrica, em comparação aos painéis fotovoltaicos em uma cobertura seca.

Entre as vantagens de se construir com telhados verdes, estão:

- Diminuição da poluição
- Combate aos efeitos das ilhas de calor
- Melhor isolamento térmico
- Melhor isolamento acústico
- Maior retenção da água das chuvas

- Ajuda na diminuição das temperaturas
- Reduz consumo de energia
- Embelezamento da edificação

Entre as desvantagens de se construir com telhados verdes, estão:

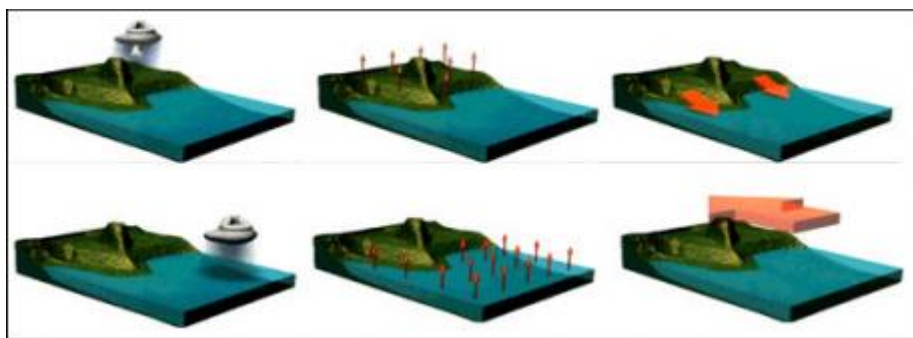
- Manutenção
- Investimento inicial
- Necessidade de mão de obra especializada

3.5 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

A água é um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Gestores do Estado e de Instituições privadas procuram novas fontes de recursos para complementar a pequena disponibilidade de água ainda disponível, e também por questões financeiras. Devido a exagerada demanda por água em algumas regiões, mesmo com abundantes recursos hídricos, a falta de água atinge o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da população. Por isso, a substituição de fontes é a melhor alternativa para suprir à demandas mais flexíveis no que se refere ao uso sem prejuízo de águas com menor qualidade. Assim, reservando águas com melhor qualidade para o uso doméstico. (Hespanhol, Ivanildo).

Ainda que o total de água que participa do ciclo hidrológico não se altere, por se tratar de um ciclo fechado (Figura 10), pode-se mudar sua qualidade e sua distribuição. A figura 3 ilustra o ciclo hidrológico, onde na atmosfera, o vapor da água em forma de nuvens pode ser transformado em chuva, neve ou granizo, dependendo das condições do clima. Essa transformação provoca o que se chama de precipitação. A precipitação ocorre sobre a superfície do planeta, tanto nos continentes como nos oceanos. Nos continentes, uma parte das precipitações é devolvida para a atmosfera, graças à evaporação, outra parte acaba desaguando nos oceanos depois de percorrer os caminhos recortados pelos rios. Os oceanos recebem água de duas fontes: das precipitações e do desaguamento dos rios, e perdem pela evaporação. Na atmosfera, o excesso de vapor sobre os oceanos é transportado para os continentes, em sentido inverso o desaguamento (ANA, 2002).

Figura 13 - Ciclo hidrológico



Fonte: ANA (2002).

Apenas 3% da água existente no planeta é potável. Desse percentual, somente 0,7% está acessível. A maior parte da água utilizada, quase 70%, vai para a agroindústria; 20% vai para as indústrias e 10%, para as casas. Desta forma a água da chuva deve ser considerada uma alternativa. As águas de chuva são encaradas pela legislação brasileira hoje como esgoto, pois ela usualmente vai dos telhados, e dos pisos para as bocas de lobo aonde, como "solvente universal", vai carregando todo tipo de impurezas, dissolvidas, suspensas, ou simplesmente arrastadas mecanicamente, para um córrego que vai acabando num rio que por sua vez vai acabar suprimindo uma captação para Tratamento de Água Potável. Pesquisas realizadas mostram que após o início da chuva, somente as primeiras águas carregam ácidos, micro-organismos, e outros poluentes atmosféricos, sendo que normalmente pouco tempo após a mesma torna-se mais limpa, podendo ser coletada em reservatórios fechados. O semiárido Nordeste tem projetos como a construção de cisternas para água de beber para seus habitantes. (AGUAPARÁ, 2005).

Por lei, a água fornecida pelo serviço de abastecimento deve seguir o padrão de potabilidade, ou seja, deve atender a certos requisitos para que não nos ofereça risco no seu uso mais nobre: beber a água. A água de chuva coletada em casa não é avaliada segundo esse padrão, ou seja, não é potável. Mesmo que pareça limpa, ela não tem qualidade garantida. Por isso, para beber e cozinhar, é mais seguro usar a água fornecida pela rede de abastecimento. (Zanella, Luciano.)

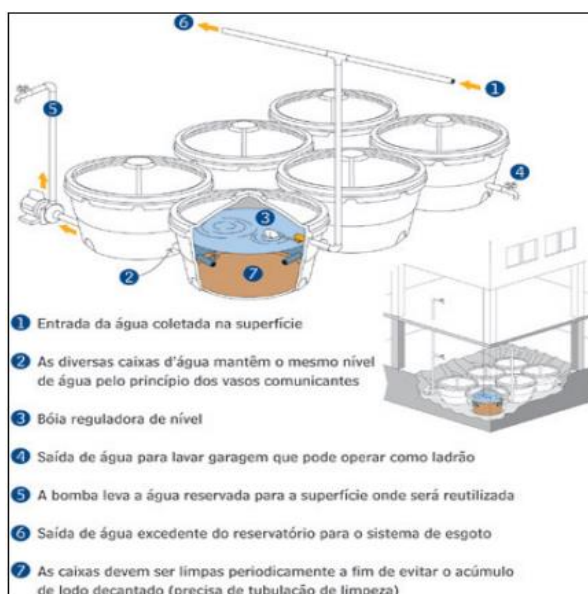
Alguns usos indicados para água de chuva coletada nas casas:

- Rega de jardins e plantações
- Lavagem de carros e áreas
- Limpeza de pisos
- Descargas sanitárias
- Lavagem de roupa e louça

- Banho

A água de chuva é captada pelo telhado, conduzida pelo sistema através da calha para filtragem e armazenada em cisternas ou caixas d'água. Cada sistema é dimensionado de acordo com a área de captação e os índices de chuva da região onde será instalado. A figura abaixo exemplifica a captação da água da chuva.

Figura 14 - Esquema de captação e armazenamento de água de chuva



Fonte: SETTI (2000).

3.6 TRATAMENTO DE ESGOTO

Com o passar dos anos e com o crescimento populacional, que acaba por gerar cada vez mais resíduos, e também com o avanço da tecnologia, a preocupação com o recurso hídrico está se tornando cada vez mais importante, e é um grande desafio que está sendo enfrentado.

Para o tratamento de esgoto, pode ser executado de duas formas. A primeira forma é através da rede coletora tradicional, que é de responsabilidade do poder público, e a segunda forma é através do tratamento *in loco*, que é realizada no mesmo local no qual os resíduos são gerados e não depende do poder público para realizar a coleta.

Segundo a engenheira e mestre Sibylle Muller, em uma matéria publicada pelo site AECweb numa ETE, o objetivo maior é separar a água dos resíduos nela existentes. Neste sentido, existem graus de tratamento que vão desde uma simples separação dos sólidos mais grosseiros, realizados por peneiras, até uma etapa final de polimento, na qual se procura eliminar resíduos extremamente pequenos. Em princípio, o grau de tratamento vai depender da qualidade final almejada para o efluente. Os processos de tratamento de

esgoto atualmente aplicados podem ser divididos, basicamente, em físico-químicos e biológicos. Nos sistemas físico-químicos, são usados produtos químicos que tem a função de agregar as partículas maiores de modo que elas se separem da água por sedimentação, resultando em lodo. Em processos biológicos, são usadas, geralmente, as bactérias presentes no próprio esgoto, que têm a função de degradar a carga orgânica existente, além de reduzir os teores de nitrogênio e fósforo. (AECWEB)

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A partir das técnicas e materiais estudados durante o trabalho, este projeto tem como objetivo propor a implementação de um condomínio de casas, visando o reaproveitamento dos recursos naturais e também a diminuição da emissão de agentes poluentes para a atmosfera.

4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Cada lote tem o total de 238 m², sendo que a casa projetada tem área construída de aproximadamente 158m², essa diferença ocorre pelo fato de ser deixado um recuo lateral de 1,5 m para cada lado e também um recuo em relação ao fundo do terreno de 3 m.

O recuo em relação à rua foi de 3 m, seguindo normas brasileiras de construção, e a rua tem o total de 6,2 m de largura para atender às normas de construção.

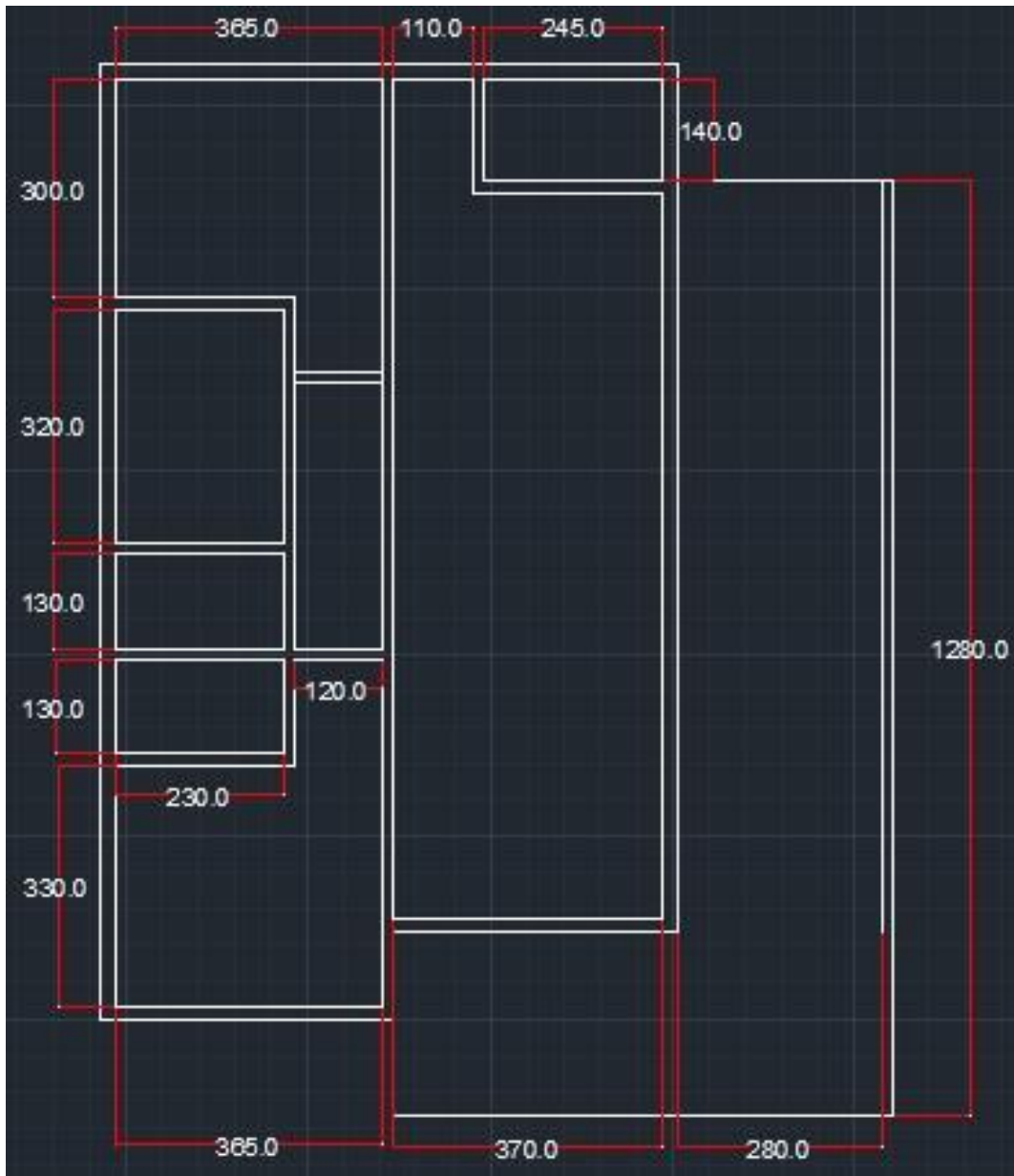
As casas possuem 158 m² de área construída e possuem os seguintes cômodos:

- 3 quartos (1 suíte)
- 1 banheiro para uso comum
- 1 sala de estar
- 1 sala de jantar
- 1 cozinha
- Lavanderia
- Garagem para 2 (dois) carros

A cozinha projetada foi do tipo “americana”, que é integrada com a sala de jantar e também não há paredes separando a sala de jantar da sala de estar.

As figuras abaixo representam a planta da casa com medidas dos cômodos (Figura 15), que está em centímetros, e também um possível layout para a decoração externa e interna (Figuras 16 e 17, respectivamente). O projeto foi retirado do site Casa e Construção.

Figura 15: Planta da casa com medidas



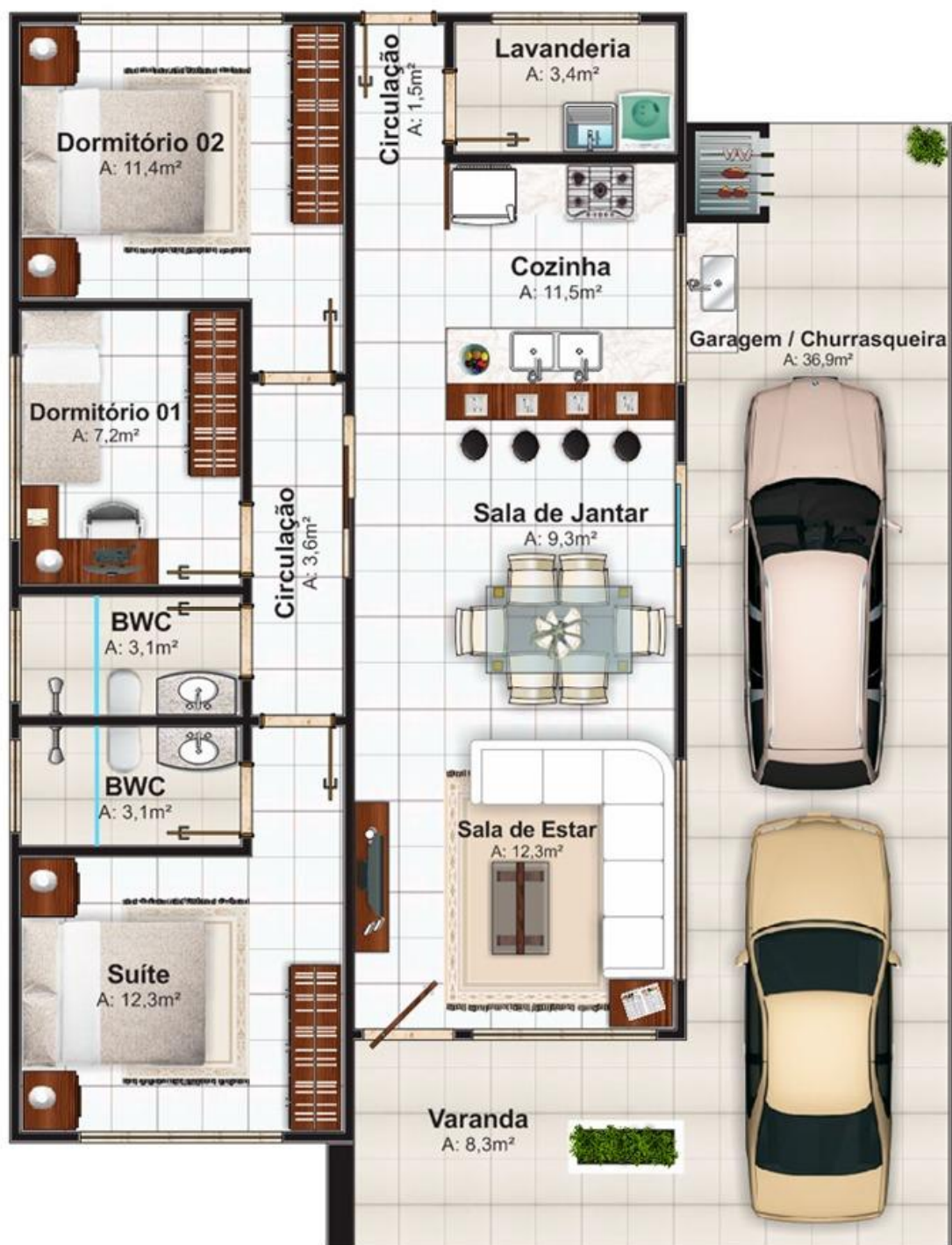
Fonte: Próprio autor

Figura 16: Proposta para layout da fachada da casa



Fonte: Casa e Construção. (2017)

Figura 17: Proposta para layout interno das residências

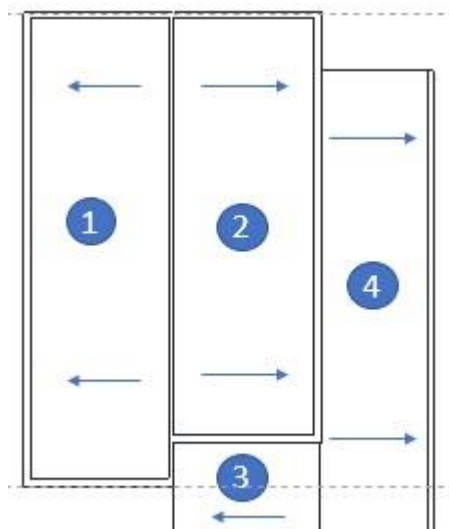


Fonte: Casa e Construção. (2017)

4.2 TELHADO

A partir da planta da casa, o telhado é composto por 4 (quatro) águas, conforme a figura a seguir:

Figura 18: Águas do telhada da residência



Fonte: Próprio autor

Tabela 6: Área das águas do telhado

Água (nº)	Área (m ²)
1	46,4
2	42,6
3	9,6
4	36,7

Fonte: Próprio autor

A partir de orçamentos aproximados fornecidos pelo site Arquitetura e Construção, em matéria escrita por Renato Bianchi, obtivemos o valor para a instalação do m² do telhado verde das empresas Ecolhado e Cidade Jardim, sendo os custos R\$ 150,00 e R\$ 180,00, respectivamente. Porém, como a cidade em que o projeto está sendo executado é distante de São Paulo, haverá um aumento no custo devido ao transporte do material e também a possível passagem para os funcionários capacitados instalarem o telhado. Com

isso, estimamos o custo de instalação do telhado verde como sendo R\$ 170,00 e R\$ 200,00 para as empresas Ecotelhado e Cidade Jardim, respectivamente.

Para o caso de utilização de telhas ecológicas, considerando a telha Onduline Clássica Vermelha, com um custo aproximado de R\$ 23,00 por m² no site da Leroy Merlin, e um custo de mão de obra de R\$ 30,00 por m², totalizando R\$ 53,00 por m² para a instalação de um telhado com telhas ecológicas.

Para o cálculo da área total a ser coberta pelo telhado, deve-se multiplicar a área das águas por um fator de correção que depende da inclinação do telhado. Para um telhado com ângulo de inclinação de 17° o fator de correção é igual à 1,047.

Devido ao alto custo de instalação do telhado verde, neste trabalho será considerado duas situações: a primeira utilizando somente telhas ecológicas, e a segunda utilizando telhas ecológicas e também o telhado verde somente para a água de número 2.

Sendo assim, o custo de instalação do telhado, para as duas situações, é:

Tabela 7: Comparação do custo de instalação do telhado

Situação	Nº da Água	Área do telhado (m ²)	Custo/m ² (R\$)	Custo (R\$)	Custo total (R\$)
1	1	48,6	53,00	2575,8	7.515,4
	2	44,6	53,00	2363,8	
	3	10,1	53,00	535,3	
	4	38,5	53,00	2040,5	
2	1	46,4	53,00	2459,2	12.581,1
	2	42,6	180,00	7668	
	3	9,6	53,00	508,8	
	4	36,7	53,00	1945,1	

Fonte: Próprio autor

Para o cálculo do custo total utilizando-se telhas cerâmicas, temos que a área total do telhado, já corrigido pelo fator de inclinação, é de 141,8 m². Cotando o valor de telhas

cerâmicas no site da empresa Leroy Merlin, a Telha de Cerâmica Americana Natural 26,5cm Cláudio Vogel custa R\$ 1,32 a unidade, sendo que quantidade de telhas por metro quadrado é igual à 13. Logo, acrescentando 5% no número de telhas devido aos danos que podem sofrer no transporte, o número de telhas total é igual à 1936 telhas (141,8 x 13 x 1,05). O custo total, somando R\$ 55,00/m² devido à mão-de-obra, é de R\$ 10.232,3.

4.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Devido ao elevado custo do telhado verde, para o estudo da captação de água será feito somente para a situação na qual o telhado é composto somente por telhas ecológicas.

Dito isso e baseado na Tabela 6 (página 36), temos que a área total do telhado é de 135,3 m². Nesse caso em que não possui telhado verde, a área total do telhado é igual à área de captação de água da casa, uma vez que não será considerado e nem construído sistemas para captação de água em outros ambientes (como jardim, etc.) da casa.

Para o dimensionamento dos componentes, é necessário conhecer os índices pluviométricos da cidade de Porto Velho, para isso, através do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), obtemos a tabela 8 com os índices pluviométricos. A pluviosidade é dada em milímetros (mm), isso significa que em um determinado espaço de tempo considerado choveu “x” litros em 1 (um) m².

Tabela 8: Média pluviométrica em Porto Velho (em mm)

Janeiro	321
Fevereiro	316
Março	274
Abril	251
Maio	127
Junho	50
Julho	24
Agosto	36
Setembro	120
Outubro	193
Novembro	225
Dezembro	319

Fonte: INMET. 1961-1990

Pela Tabela 8 (Página 37) vemos que o maior índice pluviométrico ocorre no mês de janeiro, com o total de 321 mm (ou 321 litros por metro quadrado), e o total durante um ano é 2256 mm de chuva, ou seja, durante um ano choveu 2256 litros por metro quadrado.

A partir dos dados que estão no Anexo E, que fornece o consumo médio para diversas instalações, vemos que o consumo diário a ser considerado é de 150 litros por pessoa, para o caso de residências, logo, o consumo diário da casa projetada para 4 pessoas é de 600 litros por dia, ou 18000 litros por mês, isso resulta em um consumo de 18 m³ de água por mês.

A água captada das chuvas não pode ser utilizada para todos os fins, considerando os principais como utilização para descarga sanitária, lavagem de jardins, com isso será considerado que apenas 40% da água utilizada na residência pode ser de origem do sistema de captação de água de chuva, logo, 7,2 m³ de água de chuva pode ser reutilizada.

Pelo site do Mercado Livre, o custo de uma cisterna de 10 m³, com todos os acessórios necessários para a instalação e funcionamento do sistema de captação de água

de chuva, da marca Acqualimp, custa R\$ 15303,75, mas também pode ser comprado. O sistema possui Filtro de água, registro de esfera, conjunto de sucção com flutuador, sifão ladrão, freio d'água, gaxeta 100mm (2 un.) e uma cisterna de 10³.

Devido ao alto índice de chuva na região, a área de captação da água de chuva para reutilização deve ser menor que a área total do telhado, para que o limite da cisterna de 10m³ não seja excedido.

O Anexo A contém as tarifas cobradas pela CAERD (Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia), com isso, segue abaixo a comparação entre as duas situações, com e sem captação de água de chuva, sendo que o resultado deve ser multiplicado por dois devido à coleta e tratamento de esgoto.

- Sem captação: Consumo de 18 m³.
 - 0-10 m³: $3,42 \times 10 = 34,2$
 - 11-15 m³: $3,67 \times 5 = 18,35$
 - 16-20 m³: $4,04 \times 2 = 8,08$
 - Total = $(60,63 \times 2) = \text{R\$ } 121,26$

- Com captação: Consumo de 10,2 m³
 - 0-10 m³: $3,42 \times 10 = 34,2$
 - 11-15 m³: $3,67 \times 0,2 = 0,734$
 - Total = $(34,94 \times 2) = \text{R\$ } 69,9$

Como o valor estimado para o consumo de água proveniente da captação da água de chuva é menor que a capacidade do telhado, deve-se tomar cuidado para que o limite da cisterna não seja excedido. Portanto, pode-se utilizar somente a água do telhado, que está na figura 18 (página 35).

4.4 ENERGIA FOTOVOLTAICA

Para realizar o dimensionamento do sistema de energia solar para as residências, é necessário que primeiro seja calculado o consumo médio de energia na residência, para isso foi utilizado o simulador de consumo de energia elétrica fornecido pelo site da Copel.

O consumo de energia elétrica estimado pelo simulador foi de 1153 kWh, sendo que esse elevado número se dá principalmente pela utilização dos aparelhos de ar-condicionado, que sozinhos totalizam o consumo de 761 kWh no mês. A tabela explicativa do consumo de energia em cada cômodo da casa pode ser vista no Anexo B.

Utilizando o software Google Earth, vemos que as coordenadas do terreno são 8,75 S e 63,86 O, e utilizando o software Radasol 2 foram obtidos os seguintes valores de irradiação solar para as coordenadas, sendo o item “Inclinação” na tabela 9 referente à inclinação do telhado.

Tabela 9: Irradiação solar no terreno

Radiação Global				
Mês	Azimute = 0		Azimute 180	
	Inclinação 0°	Inclinação 20°	Inclinação 0°	Inclinação 20°
1	5,35	5,35	5,35	5,34
2	5,12	5,12	5,12	5,12
3	5,14	5,14	5,14	5,14
4	5	4,99	5	5
5	4,4	4,4	4,4	4,4
6	4,66	4,66	4,66	4,66
7	5,01	5,01	5,01	5,01
8	4,97	4,97	4,97	4,97
9	5,72	5,72	5,72	5,72
10	5,91	5,91	5,91	5,91
11	5,6	5,61	5,61	5,61
12	5,24	5,24	5,25	5,24
Média	5,176	5,176	5,178	5,176

Fonte: Radasol 2

Portanto, pode-se assumir que a cidade de Porto Velho recebe mensalmente uma média de 5,2 kW/m² de radiação global com pouca variação em seus valores mensais.

Utilizando uma inclinação de 17° do telhado, a altura da platibanda é de 0,7 metros, e para que o sombreamento dos painéis seja evitado, eles não devem ser estendidos até a platibanda.

A partir do site Neosolar foram consultados sistemas de energia fotovoltaica, sendo cotado o Gerador de energia solar 4,77 kWp, *Grid-tie*, por possuir o menor custo por kWh gerado, sendo o preço total do sistema R\$ 29.181,64, com capacidade de geração de 670 kWh/mês e composto por 18 painéis com medida (1638 x 982 x 40) mm, sendo assim, a área total exigida para a instalação dos painéis é menor que a área do telhado, respeitando a região de sombreamento considerada anteriormente.

Segue abaixo a tabela com a comparação entre as duas situações, sendo a primeira situação o consumo sem o sistema fotovoltaico, e a segunda situação com o sistema fotovoltaico.

Tabela 10: comparação do consumo de energia com e sem sistema de energia fotovoltaica.

Situação	Consumo (kWh)	Total (R\$)
1	1153	542,0
2	483	227,0

Fonte: Próprio autor

Com esses valores, é estimado o período de pouco menos de 8 anos para o *payback* do investimento.

4.5 PAREDES

Para a construção das residências serão utilizados somente tijolos de solo-cimento, devido ao fato do seu preço ser menor que os tijolos de cerâmica e também devido o menor impacto ao meio ambiente na sua fabricação.

Outra alternativa estudada foi a utilização das placas de cimento magnésiano, mais conhecidas como *MagBoard*, material novo no mercado brasileiro porém muito utilizado em outros países. A decisão de não utilização deste material para este projeto foi devido à localização da residência, pois o custo final para a construção iria aumentar muito devido ao custo de logística para levar o material até a cidade e Porto Velho.

A partir da planta da casa, no anexo D, calculamos que a área total de paredes na casa é igual à 200m². Considerando o estudo e comparação feito pelo portal Tijolo Ponto Eco, o custo final por metro quadrado dos tijolos ecológicos é igual à R\$ 114, 94, cerca de 45% menor que o custo com blocos cerâmicos.

Como na cidade de Porto Velho não possui fabricantes de tijolos de solo-cimento, será considerado um aumento de 10% no custo devido à logística necessária para o transporte, sendo assim, o custo final será de R\$ 126,4/m², e o custo total para a construção das paredes é igual à R\$ 25.280,0.

4.6 TRATAMENTO DE ESGOTO

Para o projeto foi escolhido o sistema de tratamento de efluentes (ETE) in loco, tal tratamento é feito com fossas ecológicas, sendo que o sistema de tratamento será comprado da empresa Ecofossa, que está situada na cidade de Brasília.

Segundo o site da própria empresa, entre as vantagens de ter uma ecofossa, estão:

- Fácil instalação: além de mais barata, a Ecofossa vem acompanhada dos manuais e croquis de todas as etapas. A fossa séptica requer mais gastos e mais tempo de mão de obra
- Economia de água: nos dias atuais fazer ter essa atitude é essencial para a manutenção do dia a dia na sua casa e bem estar de todos. A Ecofossa ajuda a disponibilizar água tratada para regar o jardim e lavar a varanda e garagem.
- Vida útil: a Ecofossa dura mais de 40 anos. A fossa comum dura metade desse tempo, sem contar o custo de todas as manutenções necessárias para que continue funcionando.
- Dispensa produtos químicos: mais economia. A Ecofossa não usa qualquer tipo de produto químico, uma vez que maximiza a ação de bactérias.

A partir do orçamento feito com a empresa, considerando que cada casa possui 4 moradores e o condomínio possui 10 residências, é necessário um sistema para 40 usuários e o custo do sistema será de R\$ 13.987,74. Considerando as 10 residências, o custo seria de R\$ 1.398,74 por residência, considerando que esse preço é para o pagamento à vista. A proposta completa da empresa está no Anexo C.

Não está incluso os custos com tubulações a serem utilizadas no condomínio. Para isso, deve ser levado em consideração a NBR 9649 – Projeto de redes de Esgoto, a qual estabelece padrões para as tubulações dos ramais e tubulações principais, de acordo com cada tipo de projeto.

A partir da tabela da NBR 13969 – 1997 – Tanques Sépticos, mostrada abaixo, e considerando as residências como de médio padrão, tem-se que a contribuição diária de esgoto é de 130 litro por pessoa, ou seja, 520 litros de esgoto gerados diariamente em cada residência. Considerando o mês com 30 dias, isso resulta em 15.600 litros de esgoto por mês por cada residência.

Tabela 11: Tabela diária de contribuição de esgoto e de carga orgânica

Prédio	Unidade	Contribuição de esgoto L/d	Contribuição de carga orgânica gDBO _{5,20} /d
1. Ocupantes permanentes			
Residência			
Padrão alto	Pessoa	160	50
Padrão médio	Pessoa	130	45
Padrão baixo	Pessoa	100	40
Hotel (exceto lavanderia e cozinha)	Pessoa	100	30
Alojamento provisório	Pessoa	80	30
2. Ocupantes temporários			
Fábrica em geral	Pessoa	70	25
Escritório	Pessoa	50	25
Edifício público ou comercial	Pessoa	50	25
Escolas (externatos) e locais de longa permanência	Pessoa	50	20
Bares	Pessoa	6	6
Restaurantes e similares	Pessoa	25	25
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	Lugar	2	1
Sanitários públicos ¹⁾	Bacia sanitária	480	120

¹⁾ Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio de esportes, locais para eventos etc.).

Fonte: NBR 13969 – 1997 – Tanques Sépticos

5. DISCUSSÃO

Através de orçamentos feitos através de pesquisas na internet e também em contato com fornecedores, constatou-se que algumas técnicas e materiais ainda são relativamente caros no Brasil, principalmente quando a construção ocorre em uma região distante da região Sul e Sudeste, o que acarreta em um aumento considerável devido à logística para chegar até a cidade de Porto Velho.

O custo total do investimento nos equipamentos e técnicas relacionados no projeto foi de aproximadamente R\$ 78.335,00, no qual o sistema de geração de energia fotovoltaica e as paredes representam 37% e 32% do custo, respectivamente. Este trabalho teve como objetivo a apresentação apenas de materiais e ecotécnicas que podem ser utilizadas nas residências, deixando de lado itens importantes como fundação, estrutura, pintura, etc. Abaixo seguem as tabelas de custo das ecotécnicas utilizadas e também a composição percentual de cada uma no custo final.

Tabela 12 – Composição dos custos totais para cada residência

Item	Custo total (R\$)	Porcentagem
Telhado	7.170,90	9%
Sistema de reaproveitamento de água de chuva	15.303,75	20%
Sistema de geração de energia fotovoltaica	29.181,64	37%
Paredes	25.280,00	32%
Sistema de tratamento de esgoto	1.398,74	2%

Fonte: Próprio autor

Para a construção do telhado com telhas cerâmicas, que são usualmente utilizadas em construções, o custo seria de R\$10.232,3. O telhado construído com as telhas ecológicas, além de apresentarem vantagens como peso, melhor isolamento termo-acústico, apresentou uma economia de 27% em relação ao telhado construído com telhas cerâmicas.

No dimensionamento de um sistema de água de chuva para sua reutilização, deve-se destacar um ponto em especial, que é o índice pluviométrico na cidade de Porto Velho, que foi considerado de 2256 mm, enquanto na cidade de São Paulo, segundo o site CEPAGRI, foi de 1377,5 mm. Logo, somente uma das águas do telhado foi direcionado para a cisterna, para que a mesma não chegue no seu limite. Mesmo apresentando um

payback elevado, cerca de 20 anos, a instalação do sistema para a reutilização de água de chuva é de suma importância para os objetivos do condomínio para aumentar a eficiência na utilização de recursos naturais.

O elevado custo na conta de energia pode ser justificado pela utilização dos aparelhos de ar-condicionado, que representam a maior parcela da conta de energia, em torno de 66%.

Na cidade de Porto Velho, apesar de não estar na melhor região para a instalação de um sistema de energia fotovoltaica, ainda apresenta bons valores que justificam a utilização, como pode ser visto na figura 3, página 19. Com a instalação do sistema fotovoltaico considerado, a conta de energia mensal iria diminuir cerca de 58% quando comparado com a conta sem a geração de energia fotovoltaica, e o *payback* do investimento na aquisição e instalação seria em torno de 8 anos.

Para a construção das paredes utilizando tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, ocorre um aumento no preço devido à falta de fabricantes do material na cidade, logo, foi adicionado 10% devido aos custos logísticos para o transporte do material até a cidade, sendo o custo total estimado em R\$ 25.280,0.

Para a construção da mesma área das paredes utilizando blocos cerâmicos, o custo total foi de R\$ 41.946,00, essa diferença equivale à uma economia de 40% quando utilizados os tijolos ecológicos na construção.

O custo para aquisição do sistema de tratamento de esgoto, que foi orçado em R\$ 13.987,74 para todas as residências, ou seja, R\$ 1.398,8 para cada residência, também apresenta vantagens para sua instalação devido à vida útil do sistema e a não exigência de manutenções frequentes.

6. CONCLUSÃO

As consequências das atividades humanas na natureza, sem nenhum controle e/ou preocupação com o resultado e o impacto em outras áreas causam desequilíbrio climático e impactos ambientais cada vez mais maiores, causando prejuízos para toda a sociedade, devido a isso o assunto “sustentabilidade” ganha cada vez mais atenção das pessoas ao redor do mundo.

Com a crescente preocupação para o desenvolvimento de alternativas e novos métodos de construção e gerenciamento de resíduos, o papel do engenheiro ganha cada vez mais responsabilidade, pois além de assegurar uma boa execução das obras, que antes eram mais visados a economia e segurança, este engenheiro também precisa incluir no projeto a adoção de técnicas que possam amenizar os impactos causados pelas construções, crescimento populacional e o uso de recursos naturais.

A execução deste trabalho foi direcionado principalmente para o uso de técnicas, métodos construtivos e também materiais que causassem um menor impacto no ambiente, aliado à uma visão econômica de todo o processo, como forma de incentivar as pessoas a utilizarem e se preocuparem com obras mais sustentáveis, não levando em conta somente o preço cobrado como acontece muitas vezes.

Além das técnicas utilizadas no projeto final, foram comentadas outras técnicas importantes que podem ser utilizadas em construções, sendo elas não incluídas no projeto final devido ao preço estimado para a implantação das mesmas. Dentre essas técnicas destaca-se o telhado verde, que possui várias vantagens em relação aos telhados normais e também as placas de cimento magnesiano, ou MagBoard como são mais conhecidas, trata-se de um material novo no mercado brasileiro e aparece como um ótimo substituto para as placas de Drywall, possuindo um melhor isolamento acústico e térmico, resistência à água e fogo.

A partir da análise das ecotécnicas e materiais a serem utilizados, viu-se que o *payback* médio para o investimento, ou seja, o período médio para que os moradores tenham o retorno devido ao investimento feito na compra e instalação, ficou entre 5 e 10 anos, período razoável quando levado em conta o tempo de vida útil das instalações e equipamentos utilizados e também o impacto positivo que pode ter na natureza, tornando-se viável o investimento.

Outros materiais, como as telhas ecológicas e também os tijolos de solo-cimentos apresentaram valores menores do que os materiais utilizados usualmente, o que reforça para que sejam mais utilizados na construção civil.

REFERÊNCIAS

2030STUDIO. **Telhado verde:** uma opção sustentável. Disponível em: <<http://2030studio.com/telhado-verde-uma-opcao-sustentavel/>>. Acesso em: 25 out. 2017

AECWEB. **As vantagens das estações de tratamento de esgoto.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/as-vantagens-das-estacoes-de-tratamento-de-esgoto_969_10_0>. Acesso em: 01 ago. 2017

AEDIFICANDI. **Um material de construção de baixo impacto ambiental:** o tijolo de solo-cimento. Disponível em: <http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1_artigo_tijolos_solo_cimento.pdf>. Acesso em: 01 out. 2017

BIANCHI, Renato. **Telhado verde:** como montar o seu usando sistemas prontos. Disponível em: <<https://arquiteturaeconstrucao.abril.com.br/sustentabilidade/como-montar-o-seu-telhado-verde-usando-sistemas-prontos/#>>. Acesso em 18 out 2017.

BRASIL. Agência nacional de águas. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.** Brasília: ANA, 2002.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Simulador de consumo de energia elétrica.** Disponível em: <<https://www.copel.com/hpcopel/simulador/>>. Acesso em: 15 set. 2017

ECOFOSSA. **Descubra qual a melhor solução de fossa ecológica para o seu empreendimento.** Disponível em: <www.ecofossa.com/produtos/>. Acesso em: 05 nov. 2017

EMORAR. **Os benefícios das telhas ecológicas para quem utiliza.** Disponível em: <<http://www.emorar.com.br/os-beneficios-das-telhas-ecologicas/>>. Acesso em 19 ago. 2017

FERREIRA, A. D. D. **Habitação autossuficiente:** interligação e integração de sistemas alternativos. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

FORUM DA CONSTRUÇÃO. **Saiba escolher o melhor tipo de tijolo para sua construção.** Disponível em:

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1539>. Acesso em: nov. 2017

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reuso de água no Brasil:** agricultura, industria, municípios, recarga de aquíferos. Disponível em: < https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/101/2371239d0aaf41e014681d6d437c79e7_f553b090dfd516bcc00c055844c42f21.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017

HUI, S. C. M.; CHAN, S. C. Integration of green roof and solar photovoltaic systems. In: INTEGRATED BUILDING DESIGN IN THE NEW ERA OF SUSTENTABILITY, 2011, Hong Kong. **Anais...** Hong Kong, 2011. Disponível em: <https://web.hku.hk/~cmhui/JS2011-samhui_fullpaper01.pdf>. Acesso em: 28 set. 2017.

IGRA (International Green Roof Association). **A quick guide to green roofs**, 2016. Disponível em: <http://www.igraworld.com/links_and_downloads/images_dynamic/IGRA_Green_Roof_Pocket_Guide_2014.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017

INFRAESTRUTURA URBANA. **Telhado verde:** cobertura de edificações com vegetação requer sistema preparado para receber as plantas. Disponível em: < <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 28 out. 2017

INSTITUTO CIDADE JARDIM. **Telhado verde e energia solar fotovoltaica:** juntos e 8,3% mais eletricidade. Disponível em: <<http://institutocidadejardim.com.br/2016/01/11/telhadoverde-e-energia-solar-fotovoltaica-juntos-e-83-mais-eletricidade/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

LESSA, M. L. S. **Critérios de sustentabilidade para elementos construtivos:** um estudo sobre telhas “ecológicas” empregadas na construção civil. Disponível em: < file:///C:/Users/bvtus/Downloads/2009_Mara_Lessa.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017

PARÁ (Estado). Sistema de gerenciamento de recursos hídricos do estado do Pará. **Águapará:** educação ambiental para conservação dos recursos hídricos II: reuso da água da chuva. Belém: [S.n.] 2005. (Série Relatórios Técnicos, n. 4)

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. Disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html>. Acesso em: 05 ago. 2017.

PIBIC/Unicamp. **Matrizes cimentícias à base de óxido de magnésio**. Disponível em: <<https://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xxicongresso/cdrom/FSCOMMAND/pdf/N/1314.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2017.

PINHO, J. T; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**, 2014. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenhariasistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017

PISANI, M. A. J. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento**. Disponível em: <http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%201/1_artigo_tijolos_sol_o_cimento.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

SETTI, A. A. Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais. In: SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. **Gestão de Recursos Hídricos**. Brasília: Editora UFV, 2000.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/73.pdf>>. Acesso em 21 out. 2017

TEMSUSTENTAVEL. **Telhas ecológicas: eficiência e sustentabilidade para diferentes tipos de obra**. Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/telhas-ecologicas-eficiencia-e-sustentabilidade-para-diferentes-tipos-de-obra/>>. Acesso em: 18 ago. 2017

TIJOLOS PONTO ECO. **Comparativo de custo**. Disponível em: <<http://www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/comparativo-de-custo/>>. Acesso em: 10 nov. 2017

ZANELLA, L. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo : IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015. Disponível em: <www.ipt.br/download>. Acesso em: 25 set. 2017

ANEXO A – Tarifas cobradas pela CAERD

 COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DE RONDÔNIA - CAERD Av. Pinheiro Machado, 2112 - S.Cristóvão - CEP 78901-250 - Porto Velho/RO SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO - SUPL Fone (69) 3216-1744 - E-mail: supl@caerd-ro.com.br				
ESTRUTURA TARIFÁRIA RD.018/DIREX/2015 de 28/07/2015 Vigência: SETEMBRO/2015				
CATEGORIA	FAIXA	NORMAL	SOCIAL	FILANTROPICA
RESIDENCIAL	00 - 10	R\$ 3,24	R\$ 1,50	R\$ 1,50
	11 - 15	R\$ 3,67	R\$ 1,50	R\$ 1,50
	16 - 20	R\$ 4,04	R\$ 1,50	R\$ 1,50
	21 - 25	R\$ 4,85	R\$ 4,85	R\$ 1,50
	26 - 30	R\$ 5,56	R\$ 5,56	R\$ 1,50
	31 - 50	R\$ 6,66	R\$ 6,66	R\$ 1,50
	51 - 75	R\$ 7,99	R\$ 7,99	R\$ 1,50
	76 - 150	R\$ 7,99	R\$ 7,99	R\$ 4,03
> - 150	R\$ 7,99	R\$ 7,99	R\$ 6,64	
CATEGORIA	FAIXA	NORMAL		PEQ. COM
COMERCIAL	00 - 10	R\$ 5,43		R\$ 3,50
	11 - 20	R\$ 6,51		R\$ 6,51
	21 - 50	R\$ 9,01		R\$ 9,01
	> - 50	R\$ 10,24		R\$ 10,24
CATEGORIA	FAIXA	NORMAL		
INDUSTRIAL	00 - 10	R\$ 8,09		
	11 - 50	R\$ 8,43		
	> - 50	R\$ 8,52		
CATEGORIA	FAIXA	NORMAL	CONCESSÕES	
PUBLICA	00 - 10	R\$ 12,38	R\$ 12,38	
	11 - 50	R\$ 14,73	R\$ 10,26	
	> - 50	R\$ 15,02	R\$ 7,48	
COLETA DE ESGOTO - 43% DO VALOR DA TARIFA DE ÁGUA				
COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO - 100% DO VALOR DA TARIFA DE ÁGUA				

ANEXO B – Consumo de energia na residência

Suíte	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
TV 29"	1	110	3	Horas	30	9,9
Ar condicionado 7.500 BTU	1	1000	8	Horas	30	240
Secador de cabelos	1	600	0,25	Horas	20	3
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	6	Horas	30	1,98
Chuveiro elétrico	1	3500	0,75	Horas	30	78,75
Lâmpada fluorescente (WC)	1	11	2	Horas	30	0,66

Dormitório 1	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Ar condicionado 7.500 BTU	1	1000	8	Horas	30	240
Microcomputador	1	80	2	Horas	30	4,8
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	6	Horas	30	1,98

Dormitório 2	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
TV 29"	1	110	3	Horas	30	9,9
Ar condicionado 7.500 BTU	1	1000	8	Horas	30	240
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	6	Horas	30	1,98

WC (corredor) e Circulação	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	6	Horas	30	1,98
Chuveiro elétrico	1	3500	0,75	Horas	30	78,75

Sala de estar	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Aparelho de som pq	1	20	0,25	Horas	15	0,075
TV 29"	1	110	3	Horas	30	9,9
Video Game	1	15	2	Horas	20	0,6
Home Theater	1	350	2	Horas	8	5,6
Ar condicionado 10.000 BTU	1	1350	1,5	Horas	20	40,5
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	8	Horas	30	2,64

Sala de jantar	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Ventilador de teto	1	120	2	Horas	30	7,2
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	8	Horas	30	2,64

Cozinha	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	8	Horas	30	2,64
Cafeteira elétrica	1	600	0,5	Horas	30	9
Exaustor de fogão	1	170	3	Horas	30	15,3

Fogão comum	1	60	4	Horas	30	7,2
Microondas	1	1200	0,5	Horas	30	18
Geladeira 2 portas	1					68,25
Liquidificador	1	300	0,17	Horas	15	0,765

Lavanderia	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Ferro elétrico	1	1000	2	Horas	12	24
Lavadora de roupas	1	500	2	Horas	12	12
Aspirador de pó	1	10	0,5	Horas	15	0,075
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	4	Horas	30	1,32

Garagem	Qtde	Potência (W)	Tempo	Unid. Tempo	Dias no mês	Total kWh
Lâmpada fluorescente 11W	1	11	8	Horas	30	2,64
Bomba d'água 3/4 CV	1	552	0,5	Horas	30	8,28

ANEXO C - Proposta da empresa Ecofossa

LAYOUT DO SISTEMA PROPOSTO

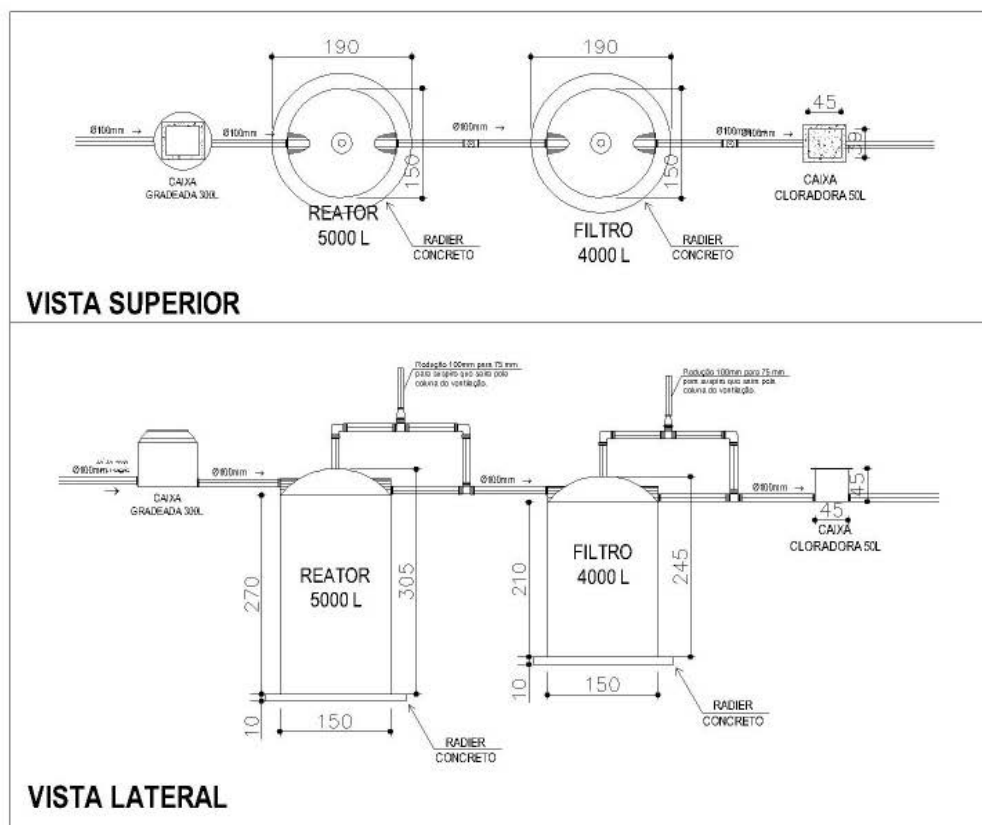
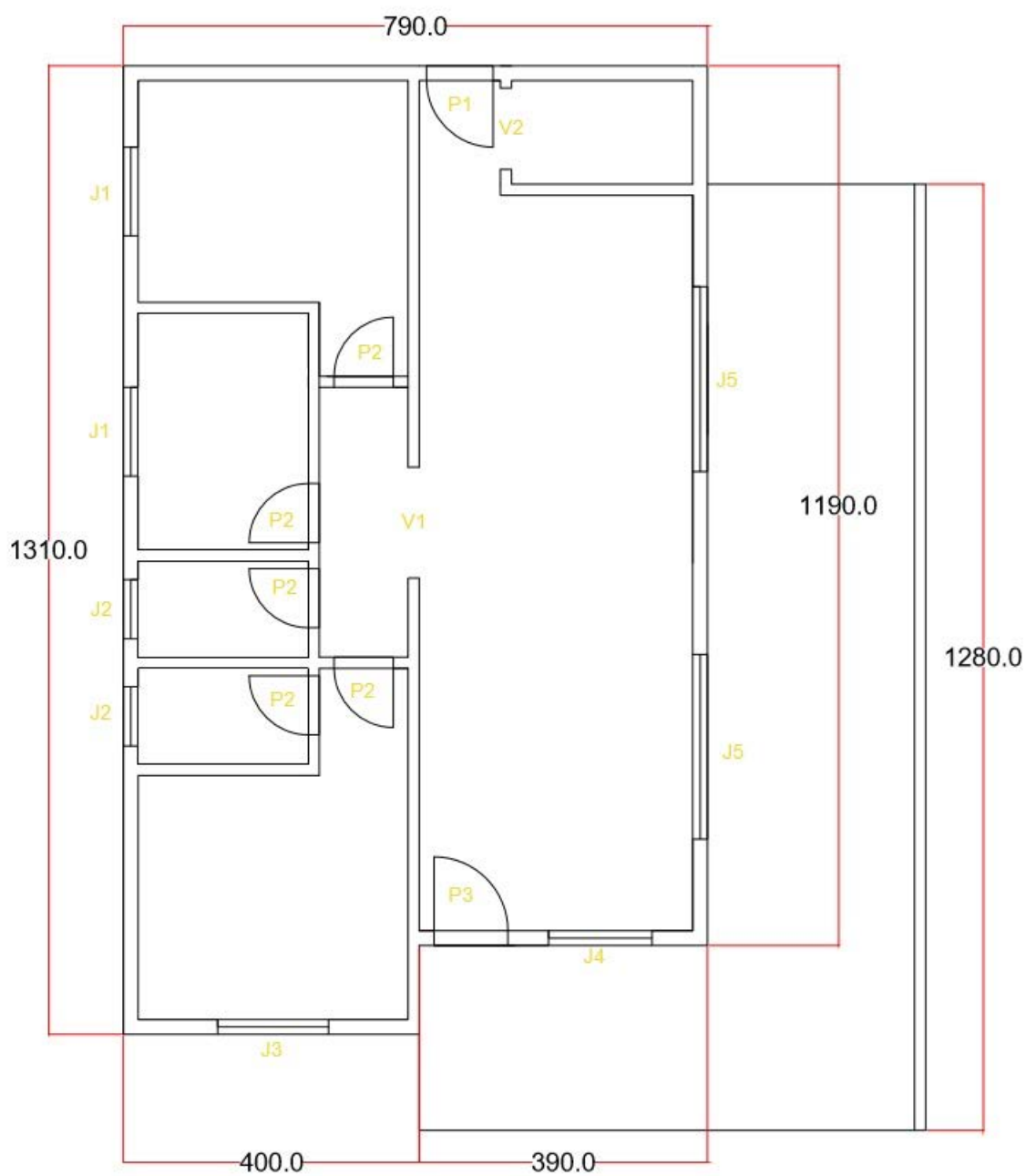


TABELA DE PREÇOS

Nome	Quantidade	Valor unitário	Desconto	Total
CAIXA GRADEADA DE 300L	1 UND	R\$ 612,98		R\$ 612,98
ECOFOSSA 5000 LITROS	1 UND	R\$ 9.052,92		R\$ 9.052,92
FILTRO ECOFOSSA 4000 LITROS	1 UND	R\$ 8.684,53		R\$ 8.684,53
CAIXA CLORADORA 50 L	1 UND	R\$ 299,90		R\$ 299,90
Total:				R\$ 18.650,33
PROMOÇÃO PARA PAGAMENTO À VISTA COM 25 % DE DESCONTO R\$ 13.987,74				

ANEXO D – Planta da casa



- J1 = 1,2 x 1,2 m; J2 = 0,8 x 0,5 m; J3 = 1,5 x 1,2 m; J4 = 1,4 x 1,2 m; J5 = 2,5 x 1,2 m
- P1 = 0,9 x 2,1 m; P2 = 0,8 x 2,1 m; P3 = 1,0 x 2,1 m
- V1 = Vão 1 (não possui porta) = 1,5 x 2,8 m; V2 = 1,1 x 2,1 m
- As medidas estão em milímetros

ANEXO E – Consumo de água por edificação

Uso do Edifício	Consumo Específico (litros/dia)
Alojamentos Provisórios	80 / hab
Casas Populares ou rurais	120 / hab
Residências	150 / hab
Apartamentos	200 / hab
Hotéis (s/cozinha e lavanderia)	120 / hóspede
Hospitais	250 / leito
Escolas – internato	150 / hab
Escolas – externato	50 / hab
Quartéis	150 / hab
Edifícios Públicos ou Comerciais	50 / hab
Escritórios	50 / hab
Cinemas e Teatros	2 / lugar
Templos	2 / lugar
Restaurantes e Similares	258 / refeição
Garagens	50 / auto
Lavanderias	30 / Kg de roupa seca
Mercados	5 / m ²
Matadouros – animais de grande porte	300 / cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 / cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 / operário
Posto de Serviço para automóveis	150 / vaga
Cavaliças	100 / cavalo
Jardins	1,5 / m ²

ANEXO F – Comparação entre tijolos ecológicos e blocos cerâmicos

 Materiais							
	Bloco Cerâmico		Tijolo Ecológico		Custo Unitário	Bloco Cerâmico	Tijolo Ecológico
Areia (m3)	8,90	m3	2,02	m3	R\$ 100,00 /m3	R\$ 889,60	R\$ 202,00
Brita (m3)	1,83	m3	1,776	m3	R\$ 100,00 /m3	R\$ 183,40	R\$ 177,60
Cimento (kg)	1776,92	kg	820,428	kg	R\$ 0,52 /kg	R\$ 924,00	R\$ 426,62
Cal (kg)	785,69	kg	23,478	kg	R\$ 0,45 /kg	R\$ 353,56	R\$ 10,57
Ferros (kg)	556,29	kg	172,259	kg	R\$ 4,84 /kg	R\$ 2.690,24	R\$ 770,00
Tijolos (unidades)	7452	unidades	6826	unidades	R\$ 0,50 /bloco R\$ 1,00 /tijolo	R\$ 3.726,00	R\$ 6.826,00
Materiais para formas	-	-	0	-	-	R\$ 528,58	0
Argamassa de reboco (kg)	4692	kg	0	kg	R\$ 0,20 /kg	R\$ 938,40	0
Massa acrílica (kg)	193,2	kg	0	kg	R\$ 2,50 /kg	R\$ 483,00	0
Tintas, preparadores, resina (L)	89,7	L	37,51	L	-	R\$ 1.147,28	R\$ 520,64
Rejunte flexível (kg)	0	kg	276	kg	R\$ 3,00 /kg	0	R\$ 828,00
Demais materiais	-	-	-	-	-	R\$ 354,60	0
Equipamentos	-	-	-	-	-	R\$ 9,45	0
Total						R\$ 12.228,12	R\$ 9.761,42
Reduz	20,17% do custo com materiais						
 Mão de Obra							
	Bloco Cerâmico		Tijolo Ecológico		Custo Unitário	Bloco Cerâmico	Tijolo Ecológico
Pedreiros e demais oficiais	666,694	horas	254,977	horas	R\$ 15,00 /hora	R\$ 10.000,41	R\$ 3.824,66
Serventes e demais auxiliares	671,381	horas	227,579	horas	R\$ 10,00 /hora	R\$ 6.713,81	R\$ 2.275,79
Total Horas	1338,075	horas	482,556	horas		R\$ 16.714,22	R\$ 6.100,45
Reduz	63,94%		das horas trabalhadas			e	63,50% da mão-de-obra

Fonte: Tijolos Ponto Eco