



**V SINGEP**

**Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**  
**International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability**

ISSN: 2317 - 8302

# **MODELO DE UMA CASA SUSTENTÁVEL APLICADA A REGIÃO AMAZÔNICA**

**ERICK BATALHA FREITAS**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas  
erickbatalha96@gmail.com

**JUSSARA SOCORRO CURY MACIEL**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas  
jussara@ifam.edu.br

Agradeço à professora Jussara Maciel, que me auxiliou em todas as etapas deste trabalho.  
Agradeço principalmente à minha família, cujo apoio é essencial para meu desenvolvimento acadêmico



**V SINGEP**

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

## MODELO DE UMA CASA SUSTENTÁVEL APLICADA À REGIÃO AMAZÔNICA

### Resumo

Este artigo propõe um modelo de casa popular, que seja ecologicamente correta e aplicada a região Amazônica. Foi feito um estudo a respeito do clima da região, a fim de selecionar na literatura existente os melhores materiais e equipamentos para compor a residência. Foi constatado que a Amazônia é uma região de altas temperaturas e alto índice pluviométrico, além de ter um alto grau de incidência solar. Baseando-se nestas características, a casa contém em sua laje um sistema de telhado verde em conjunto com placas fotovoltaicas integradas a rede pública. Sua alvenaria é feita de tijolos solo-cimento, sendo estes revestidos com um painel feito da fibra do talo da palmeira de buriti, um isolante térmico natural. Aproveitando a quantidade de chuvas da região, a casa contém um sistema de captação pluvial. O seu piso é feito de fibra de coco aglutinado em resina de poliéster, sendo uma forma de direcionamento do resíduo do consumo da água de coco. Sendo assim, a casa é projetada para ter um baixo custo construtivo e alto custo benefício em sua utilização.

**Palavras-chave:** casa sustentável, Amazônia, sustentabilidade, ecologicamente correto.

### Abstract

This article proposes a model of popular house that would be ecologically correct and applied to Amazon region. It was done a research about the climate of region, in order to select in the existing literature the best materials and equipments to compose the residence. It has been found that the Amazon is a region of high temperatures and high rainfall, besides having a high degree of sunlight. Based on these features, the house contains in the slab a green roof system together with photovoltaic panels integrated into the public network. Its masonry is made of soil-cement bricks, which are coated with a panel made of Buriti palm tree stalk fiber, a natural thermal insulator. Taking advantage of the amount of rainfall in the region, the house contains a rainwater collection system. Its floor is made from coconut bonded in polyester resin, is a way of directing the residue of coconut water consumption. Thus, the house is designed to have a low constructive cost and high benefit cost in use.

**Keywords:** sustainable house, Amazon, sustainability, ecologically correct.



## 1 Introdução

Com as mudanças climáticas em maior evidência nas últimas décadas, faz-se necessário que o projetista de uma edificação tenha um pensamento ecológico. Uma construção sustentável é aquela que se preocupa em utilizar métodos e materiais que não agridam ou minimizem o impacto desta no meio ambiente. Como a construção civil é uma indústria que gera muitos resíduos e alguns recursos naturais são limitados, há a necessidade de buscar aqueles que sejam renováveis e que não agridam a natureza em nenhuma etapa de sua existência, seja na produção, vida útil na edificação ou na forma de resíduo.

A Amazônia tem características próprias em relação ao clima e é rica em recursos naturais, sendo estes tópicos determinantes na hora construir uma casa ecologicamente correta. Para tal, há de se buscar materiais que tenham como matriz itens nativos da região e que de preferência seja renovável, para fins de baratear o empreendimento e valorizar a indústria local, além de sistemas que ajudem a minimizar impactos ambientais.

Uma construção eco sustentável direcionada a Amazônia tem de ponderar a realidade climática da região, sendo levado em consideração fatores como a pluviosidade, temperatura média e incidência solar, pois o projeto de uma casa deste tipo tem de considerar o clima da região como um recurso, visando aperfeiçoar o desempenho quanto ao conforto ambiental (Braga, Bitar, Farah, 2001). Segundo o CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), a região da Amazônia tem temperaturas consideradas elevadas, possuindo uma alta incidência de radiação solar na estação seca e grande nível pluviométrico.

Assim sendo, a edificação sustentável tem como finalidade utilizar matérias ecologicamente corretos feitos de itens provenientes da região e atentar para os fatores climáticos, mas sem abrir mão do conforto. Por ter alternativas de matérias próprios da região e que sejam de fontes renováveis, além de contar com tecnologias que minimizem a utilização de recursos externos, a casa passa a ter uma visão custo/benefício, ao qual certos materiais sejam mais baratos que os convencionais e determinados sistemas gerem economia a longo prazo para o proprietário.

Segundo o Código Sanitário do Estado de São Paulo (Decreto Estadual nº 12.342/78), habitação popular de interesse social é uma edificação de 60m<sup>2</sup>, financiadas pelo poder público municipal, que mediante ato específico, poderão serem construídas ou financiadas por outras entidades (Braga et al, 2001).

O modelo proposto se diferencia das demais casas ecológicas existentes pelo fato de levar em consideração aspectos intrínsecos da região amazônica. Para efeito de comparação, a Casa Autônoma de Brasília tem um caráter altamente sustentável, mas é uma edificação de proporções maiores, com custos maiores, fato que foge do foco deste modelo. Outra casa que poderia se levar em consideração é a casa do Projeto Alvorada de porto alegre, que tem uma premissa semelhante a apresentada neste modelo proposto, mas ela é direcionada para o município de Alvorada-RS, levando em consideração os agentes climáticos daquela cidade específica, ao contrário deste modelo, ao qual leva em consideração toda a região amazônica.



## 2. Sustentabilidade na construção civil

A virada do milênio trouxe consigo um novo desafio pela humanidade. A mudança climática é uma realidade e já se sente seus efeitos, tal como furacões, aumento da desertificação do planeta e, principalmente, o aquecimento global. Com esse fato ocorrendo, a humanidade precisa combater de todas as formas possíveis o seu impacto no meio ambiente, pois “o mundo tem apenas uma geração, talvez duas, para se salvar” (Bright et al, 2003).

Com isso, a indústria da construção civil tem um papel fundamental em meio a este desafio contemporâneo. Segundo o relatório Brundtland, feito pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, desenvolver de forma sustentável é “suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas” (Cmmad, 1987), e é com esta diretriz que se deve pensar na hora de se construir alguma edificação, pois de acordo com Ruano (2000, p.14), 60% dos recursos naturais extraídos do planeta é direcionado à construção civil, sendo que o processamento deste muita das vezes produzem danos ao meio ambiente, como a produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) através queima de combustíveis para a produção de blocos cerâmicos e o cimento, sendo que deste último, 7% da emissões globais de CO<sub>2</sub> provém de sua produção (MALHOTRA, 2002).

A primeira tarefa na hora de se projetar de maneira sustentável, é fazer com que a casa se integre ao ambiente, oferecendo o conforto de locais ventilados e bem iluminados, através do correto dimensionamento da edificação para que se tenha isso sem a necessidade do gasto de energia extra, criando um projeto arquitetônico ecologicamente correto (Corbella & Yannas, 2003, p. 17)

Outro fator relevante para construção é a quantidade de energia que o empreendimento irá consumir. De acordo com o Ruano (2000, p.14), mais metade da energia consumida no mundo é provinda das edificações, sendo que a fonte mais consumida é a de combustíveis fósseis, como petróleo e gás natural, responsáveis diretos do aquecimento global. Assim sendo, as edificações ecologicamente corretas têm de ter sua matriz energética parcialmente ou totalmente vindas de fontes de energia limpa e renovável, tal como a energia solar, que é abundante e não tem nenhum impacto direcionado ao meio ambiente.

Ademais, deve-se atentar para o consumo correto da parte hidráulica, adequando o sistema para gerar economia e um ganho ao meio ambiente, como é o caso do sistema de captação pluviométrica, aonde a edificação utiliza a água da chuva para satisfazer as tarefas domésticas e sanitárias. Tal atitude se justifica pelo fato do consumo das fontes tradicionais, aliados a poluição de afluentes e aumento da demanda gerar uma previsão obscura para a humanidade, onde cerca de 40% da população mundial não terá água (Inbs, 2015).

Em relação a construção em si, um ponto chave de se pensar ecologicamente correto é atentar para matérias vindos da própria região (Edwards,2004), sendo a matriz destes advindos de uma produção própria para a utilização no material ou como destino de algum resíduo sem finalidade posterior, tendo como objetivo estimular a indústria local e, caso o material vindo de alguma fonte potencialmente poluidora, impelir a reciclagem. No final, uma



edificação verde é vantajosa tanto na parte ambiental, como na parte econômica, pois além de estimular a indústria local, ela traz retorno financeiro em parte na sua construção, com materiais de baixo custo, quanto na sua manutenção pós-obra, por ter custos reduzidos a caráter energético e hidráulico.

### **3. Metodologia**

O trabalho foi sintetizado através de um levantamento bibliográfico, cuja pesquisa foi feita de maneira hierárquica. Primeiramente, foi realizado um estudo sobre o impacto ambiental da indústria construção civil, sendo estes à nível energético, de recursos naturais e de poluição. Depois, a pesquisa foi direcionada à sustentabilidade aplicada a edificações, como forma de respaldo na hora de projetar. Posteriormente, os esforços foram direcionados aos estudos climáticos da Amazônia, a fim de justificar a regionalização da casa ecologicamente correta. Feito isso, foram selecionadas algumas ideias inseridas no contexto sustentável para propor os sistemas elétrico e hidráulico da edificação, com o tipo certo de equipamento, a fim de tirar o máximo proveito na hora de integrar a residência ao meio ambiente. Feito isso, foram selecionados os materiais ecologicamente corretos, com matéria prima encontrada na região, baixo custo e que pudessem ser potencialmente utilizados em escala comercial. Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, foi utilizado o software Autocad, já o projeto artístico foi feito através do software Sketchup. Tendo estes como base, foram feitos os dimensionamentos hidráulico e elétrico.

### **4 Estudo Climático da Região e suas Aplicações na Edificação**

A região da Amazônia tem um alto índice de incidência solar. Segundo o Bueno et al (2006, p.55) “O mapeamento dos recursos de energia solar mostram um elevado fluxo de radiação solar na região Amazônica (cerca de 5,5 MW/m<sup>2</sup>) com baixa variabilidade inter-sazonal e adequada aos padrões técnicos recomendados para a tecnologia de mini-sistemas híbridos”, logo a região tem todos os itens necessários para explorar o seu potencial energético em edificações. Para efeito de dados, 70% da matriz energética nacional vêm de hidrelétricas (Portal Brasil, 2011), que apesar de ser uma energia limpa e renovável, a construção de desses tipos de reservatórios implica no alagamento de imensas áreas, sendo que na Amazônia implicaria em perdas inestimáveis no ecossistema local (Musitano, 2016), assim, uma alternativa de energia abundante que não agrida em nada o meio ambiente se faz necessária, fato ao qual a energia provinda da radiação solar se mostra a com maior potencial na região.

Quanto à quantidade de chuvas, a região amazônica tem uma média pluviométrica excepcional, chegando a 2.002mm por ano, quantidade suficiente para se justificar a instalação de um sistema de captação de água da chuva. Vale ressaltar que existe uma estação chuvosa e seca na região, mas nos meses de chuva o potencial econômico chega a incríveis 100%, gerando um alto grau de economia para o proprietário, sem esquecer a parte ecológica (de Lima, Dambros, de Antonio, Janzen, Marchetto, 2011).



Outro fator a ser considerado, seria a temperatura, uma vez que a região Amazônica tem temperaturas médias que variam entre 24°C a 26°C (Fisch, 2016), mas também é uma região que tem uma alta humidade relativa do ar, chegando a média de 88% na estação chuvosa e 77% na estação seca, fator que aliado as temperaturas elevadas, faz com que a sensação térmica se eleve muito (WWF Brasil, 2016), causando desconforto aos habitantes. Assim, uma edificação na região tem de ter mecanismo que minimizem este fardo e garantam um bom ambiente para se morar.

## **5 A Edificação**

Uma edificação é estratificada em diversos setores, além dos materiais ao quais estes são feitos. Assim sendo, optou-se por selecionar aqueles que pudessem agir diretamente em paralelo com a proposta sustentável da residência, além de impactar diretamente custo da mesma, tanto a curto quanto em longo prazo.

### **5.1 Painel Solar**

Uma placa solar funciona através de células de silício, tendo suas variantes. As células, em contato com luz solar, produzem um fluxo de elétrons livres (corrente elétrica), sendo este dirigido até uma bateria. Um conjunto de destas células forma uma placa fotovoltaica (Do Nascimento, 2004). A casa ecológica tem como priori a utilização deste tipo de tecnologia, vide o fato que a região amazônica tem um potencial energético extremamente alto neste quesito.

Ainda segundo Do Nascimento (2004), é mais vantajoso para o consumidor optar por um sistema elétrico interligado a rede pública, uma vez que esta configuração dispensa armazenamento local e não necessitaria atender toda a demanda do consumidor. Ademais o aproveitamento da energia gerada é quase total, havendo excesso na produção em relação ao consumo, este é repassado à concessionária, gerando crédito para o proprietário.

Inicialmente o preço deste tende a ser mais elevado que o convencional, mas a longo prazo, este tipo de energia tende a ser vantajoso pelo fato da região ter um período seco que dura mais ou menos 6 meses, fase do ano que o consumo energético aumenta demasiadamente, sendo que a energia elétrica advinda da radiação solar poderia suprir este acréscimo, mantendo a conta da rede pública baixa e, no momento em que houvesse superávit energético, geraria lucro ao proprietário da residência. Uma casa com consumo mensal médio de 600 kWh teria de ter uma área livre no telhado de 40m<sup>2</sup>, para a instalação de 19 placas solares de 250watts (Portal Solar, 2016), o modelo aconselhado é o GBR260P de 260W, fornecido pela empresa brasileira GLOBO BRASIL, cuja empresa garante uma eficiência de 16,05%, sendo que o modelo em questão tem o selo “A” de eficiência energética.

Caso o governo brasileiro introduzisse em seus programas sociais do tipo “Minha Casa, Minha Vida” o modelo de casa ecológica, poderia haver o incentivo fiscal através da instalação da fabricante no polo da SUFRAMA com o objetivo de baratear os custos produtivos deste modelo e afins. Além disso, novos investimentos do poder público na iniciativa científica acarretaram em uma linha de pesquisa que teve como resultado a produção de um novo tipo de placa solar, maximizada para ter menor custo e maior eficiência, fato que nos próximos anos pode gerar uma maior acessibilidade à tecnologia (Finep, 2016).



## 5.2 Dimensionamento Elétrico da Residência

O projeto elétrico é essencial para uma edificação, pois é um dos componentes que dará condições de funcionamento para a mesma. Assim sendo, o projeto é feito tendo como diretriz a NBR 5410, que é a norma utilizada para o correto funcionamento das instalações elétricas de baixa tensão (1 KV), dando parâmetros para o dimensionamento dos pontos de iluminação e tomadas.

As lâmpadas que serão utilizadas na casa são as de LED. A escolha foi baseada no custo benefício e no quesito sustentabilidade. As lâmpadas incandescentes comuns são energeticamente ineficientes, pois transforma apenas 5% da eletricidade recebida em luminosidade, os outros 95% são transformados em calor. Além disso, a vida útil das lâmpadas incandescentes é bastante limitada, chegando a apenas 1000 horas de utilização, enquanto as de LED podem chegar a 50.000 horas. Por estes motivos, a lâmpada LED necessita de uma menor potência para produzir a mesma quantidade de luminosidade de uma lâmpada comum, além do período de troca ser consideravelmente reduzido pela sua vida útil. Assim sendo, apesar de ser uma lâmpada mais cara, ela se torna barata em longo prazo pelo fato de consumir demasiadamente menos energia elétrica e por não haver a necessidade de troca por um período relativamente mais longo que as demais (Led, 2016).

Ecologicamente falando, as lâmpadas LED são disparadamente as mais eficientes, pois estas consomem menos energia, não emite raios UV danosos à pele, não contém nenhum tipo de metal pesado em sua composição, além de ter componentes recicláveis que podem ser utilizados em outros setores da indústria (Santa Rica, 2016).

Baseado no projeto em anexo, foi feito o dimensionamento das lâmpadas por ambiente, tendo como referência a NBR 5410, conforme ilustra o quadro n.1. Ao todo, a iluminação consumirá o equivalente há 760 v.a (volt-ampere), que com o fator de transformação, acarretará em 760 w (watts) de potência.

Tendo como base a NBR 5410, foi feito o dimensionamento de tomadas de uso geral (TUG) e as tomadas de uso específico (TUE). Para tal, foi utilizado o projeto em anexo, tendo como resultado, o quadro n.2. No total, tem-se 3600 v.a no dimensionamento das Tug's. Utilizando o fator de transformação no valor de 0,8:  $3600 \cdot 0,8 = 2880$  w. Já em relação às tomadas de uso específico, tem-se o seguinte dimensionamento, conforme o quadro n.3. No total, tem-se 5980 w no dimensionamento das Teg's. Somando as potências da iluminação com as das tomadas, temos 9620 w de potência. Assim sendo, conforme consultado na respectiva norma, o fornecimento de rede será dado no tipo bifásico 220 v. Ainda segundo a literatura, ficaram estabelecido sete circuitos com amperagem e tensões definidos no quadro n.4. O projeto de dimensionamento elétrico encontra-se nos resultados do artigo.



Quadro 1:

**Distribuição de luminárias por ambiente.**

AMBIENTE	LÂMPADAS
	(QUANTIDADE-POTÊNCIA)
SALA DE ESTAR/JANTAR	2-10 W e 2-7W
QUARTO 1	1-12W
QUARTO 2	1-12W
COZINHA	1-12W
W.C	1-12W e 1-7W
ÁREA EXTERNA	2-7W

Fonte: Autor, 2016.

Quadro 2:

**Distribuição de tomadas de uso geral por ambiente.**

AMBIENTE	QUANTIDADE DE TOMADAS	VOLT-AMPERE
QUARTO 1	3	300
QUARTO 2	3	300
SALA DE ESTAR/JANTAR	6	600
W.C	1	100

Fonte: Autor, 2016.

Quadro 3:

**Distribuição de tomadas de uso específico por ambiente.**

AMBIENTE	USO	POTENCIA EM WATTS
QUARTO 1	AR CONDICIONADO	2000
QUARTO 2	AR CONDICIONADO	2000
COZINHA	GELADEIRA	500
ÁREA EXTERNA	MAQUINA DE LAVAR +BOMBA AUGER	1480

Fonte: Autor, 2016.

Quadro 4:

**Distribuição dos circuitos.**

Circuitos		Tensão (V)	Potência (W)	Corrente (A)
Nº	TIPO			
1	Iluminação	127	940	7,40
2	Tomada 1	127	1200	9,45
3	Tomada 2	127	2000	15,75
4	Geladeira	127	500	3,94
5	Ar cond. 1	220	2000	9,09
6	Ar cond. 2	220	2000	9,09
7	Máquina/ bomba	127	1480	11,65

Fonte: Autor, 2016.





## 5.3 Hidráulico

### 5.3.1 Captação Pluvial

Um sistema de captação pluvial se torna extremamente oportuno em uma região com uma média de 2.200mm de chuva anualmente. Apesar de haver um período seco na região, a economia advinda da utilização deste tipo de sistema é notável, além de ser ecologicamente correto. Vale ressaltar que este tipo de água não é potável, logo só é para ser utilizada em usos não potáveis, como irrigação de jardins, lavagem do carro e de calçadas, lavagem de roupas etc. (Lamberts, 2010).

Na casa sustentável, é considerado um sistema de calha em um dos extremos da laje, como forma de escoamento/captação pluvial. A forma de captação será através de uma placa metálica com inclinação de 45° graus em relação ao nível da laje, além de uma inclinação de 2% da mesma afim de maximizar a drenagem da água acumulada na camada vegetal da laje. Esta passa por um encanamento até chegar à um filtro deveras eficiente disponível no mercado, que é o fabricado pela ChoveChuva, onde este faz a barragem das partículas grossas, corrige o Ph da água através da passagem desta por uma camada de pedras de calcário e depois ocorre a eliminação dos microrganismos através das pastilhas de cloro, quando por fim a água passa por um último filtro que retém partículas de 25 micrometros, eliminando qualquer vestígio de impurezas. O produto ainda vem com um kit de análise de cloro e Ph. Feito isso, a água vai para um reservatório inferior de captação pluvial, ao qual posteriormente esta irá para um reservatório superior através de uma bomba submersa modelo Anauger 700.



**Figura 1. Filtro**

Fonte: ChoveChuva, 2016.



**Figura 2. Bomba hidráulica**

Fonte: Anauger, 2016.

Nesta, a água ficará subjugada a uma boia elétrica que se desligará caso haja falta de água, abrindo o registro de gaveta para passar a água provida da rede pública. Caso tenha um superávit pluvial, o reservatório fará o despejamento do excesso através do vertedouro (popularmente chamado de “ladrão”). Assim sendo, o abastecimento de água não potável será duplo, com o sistema dividido em dois reservatórios, um com abastecimento pluvial e outro com o da rede pública, pois assim será possível suprir a demanda nos períodos secos, onde diminui o volume de chuvas (Pereira, Pasqualetto, Minami, 2008).

Vale ressaltar que é aconselhado eliminar a água vinda de uma primeira chuva após uma longa estiagem, pois há um acúmulo de poluentes tóxicos na atmosfera, tais como dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, logo deve-se elimina-la, mesmo que não vá



ingestão direta (Lamberts, 2010). Com o sistema instalado, a edificação terá um sistema misto que trará economia e sustentabilidade, ao qual devido ao alto índice de chuvas na região amazônica, ocasionará um rápido retorno financeiro ao proprietário.

Outro sistema paralelo a ser utilizado é o de arejadores nas torneiras. Estes introduzem ar na água, criando um jato uniforme e volumoso, que garante um maior “volume aparente” e assegura uma maior eficiência na hora de sua utilização, gerando até 75% de economia na água utilizada em certos equipamentos (Sabesp, 2016).

### 5.3.2 Dimensionamento Hidráulico

O sistema de alimentação hidráulica é feito tendo como base a NBR 5626, que trata das instalações de água fria de uma edificação. Tendo como base o peso relativo, foi feito o dimensionamento dos encanamentos, assim como o volume dos reservatórios.

Quadro 5:

#### Pesos relativos dos pontos de água.

UTILIZAÇÃO/ NUMERAÇÃO	PESO RELATIVO
CHUVEIRO-1	0,4
TORNEIRA DO LAVATÓRIO-2	0,3
BACIA SANITÁRIA-3	0,3
TORNEIRA PIA-4	0,7
MAQUINA DE LAVAR ROUPA-5	1
TANQUE-6	0,7
TORNEIRA DE USO GERAL-7	0,7

Fonte: Autor, 2016.

Como o sistema de abastecimento é dividido em dois reservatórios (água pluvial e da concessionária), o encanamento na saída dos mesmos é calculado com base nos pesos específicos. Para tal, foi feito da seguinte forma:

**Reservatório pluvial:** Peso relativo total= (Máquina de lavar roupa+tanque+bacia sanitária +Torneira de uso geral) =  $(1,0+0,7+0,3+0,7) = 2,7$

Assim sendo, pela NBR 5626, a bitola do cano será de 25 mm soldável ou ¾” roscável.

**Reservatório da concessionária=** Peso relativo total= (Torneira pia+ chuveiro+ torneira do lavatório) =  $(0,4+0,3+0,7) = 1,7$

Pela NBR 5626, a bitola do cano será de 25 mm soldável ou ¾” roscável e as bitolas específicas de cada ponto de água seria de 20 mm soldável ou ½” roscável, mas para efeito de uniformidade na hora da encomenda, assim como na economia de material e dinheiro, optou-se pela utilização da bitola de 25mm soldável ou ¾” roscável para todo o sistema.

Para os reservatórios, foi feito os seguintes dimensionamentos: (i) Reservatório pluvial= 500litros; (ii) Reservatório da concessionária= 500litros; Reservatório de captação pluvial=1000litros.

### 5.4 Isolamento térmico

O sistema de isolamento térmico vai além de um simples material isolador. Este é todo um conjunto que regula a temperatura interna de uma edificação, sendo essencial um estudo aprofundado em regiões com temperaturas extremas. A fonte primária de calor em uma edificação é a radiação solar e esta atinge primeiramente o telhado e as paredes externas. Em



relação a casa sustentável, há um problema a mais: O aquecimento da laje causa a perda de eficiência das placas fotovoltaicas, pois “O calor excessivo pode reduzir a produtividade dos painéis em até 25%, em uma taxa de -0,45% por grau Celsius” (Rocha, 2016). Assim, faz-se necessário criar primeiramente um método ao qual que diminua o calor a laje e resfrie os painéis solares, logo, escolheu-se uma laje coberta por vegetação.

O telhado verde absorve até 90% do que as lajes convencionais, não permitindo a propagação deste para o interior da edificação (Ecoeficientes, 2016), sendo a escolha perfeita para uma região de alta incidência solar, garantindo assim um maior conforto nos horários de maior temperatura. Vale ressaltar que este tipo de telhado misto só admite telhados verdes extensivos, aqueles ao qual a vegetação é rasteira, para não haver sombras nas placas fotovoltaicas que pudessem interferir no respectivo desempenho. No fim do processo, os painéis seriam 8,3% mais eficientes do que em uma laje seca (Rocha, 2016).

Em relação às paredes de alvenaria, estas teriam internamente um painel do talo de um buriti, isolante 100% natural e ecologicamente correto. Esta tecnologia está em estado experimental, mas mostra ser algo promissor. As placas de buriti seriam colocadas entre as duas fileiras de tijolos para garantir a conservação da temperatura ambiente interna. Estas teriam 2 cm de espessura e seriam utilizados apenas o material fibroso do talo da palmeira de buriti. Segundo da Silveira e dos Santos (2010) “Os estudos preliminares mostraram que os painéis do talo do buriti possuem bom desempenho térmico, sendo um material com grande potencial de uso no revestimento interno de ambientes”. Sendo o buriti abundante na região, sendo palmeira natural da Amazônia e de algumas regiões do cerrado e pantanal (Mirador, 1994), corresponde bem ao caráter sustentável, além do caráter econômico, pois tal quantidade traria economia na hora de se produzir tal material em longa escala.

## 5.5 Piso

Segundo a NBR 15.575-3 (2013), piso é um sistema horizontal ou inclinado, composto de camadas, que tem como função fornecer estrutura, vedação e garantir o tráfego na edificação. Ainda segundo esta norma, o piso deve garantir bons desempenhos estruturais, na durabilidade, manutenção, na segurança ao fogo e na utilização do mesmo.

A escolha para a casa ecológica será o piso feito da fibra de coco, material natural e de fácil obtenção. Desenvolvido por graduandos em engenharia civil do Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH), o piso é desenvolvido primeiramente com a exposição solar das fibras do coco durante sete dias, para a sua secagem. Posteriormente em um molde metálico, as fibras são aglutinadas com Resina de Poliéster Isofáltica e um catalisador, para auxiliar na secagem dos materiais. Feito isso, o molde metálico é exposto ao sol para que haja a reação das fibras com a resina, dando origem ao piso.

Segundo os pesquisadores, houve dois testes básicos no piso: O de resistência mecânica e o de resistência química à materiais de limpeza. No primeiro caso, colocou-se um peso de 80 kg em cima do molde do piso, não ocorrendo nenhuma deformação. No segundo caso, o molde foi mergulhado em uma solução de água sanitária, cloro e sabão em pó, onde não ocorreu nenhuma fragmentação ou mudança no estado físico da amostra. Analisando a metodologia e verificando as diretrizes da NBR 15.575-3 (2013), constatou-se que não houve



nenhuma verificação em relação há resistência ao fogo ou ao uso (Coeficiente de atrito, por exemplo), além de um teste de resistência mecânico sem averiguação de pesos extremos, mas mesmo necessitando de um estudo mais aprofundado, os resultados preliminares oferecem uma visão potencializada de sua possível utilização em escala comercial. O fato de ser um material abundante em toda a região amazônica, através do consumo da água de coco, não existiria a necessidade da extração desordenada do fruto, pois esta já é enviada demasiadamente ao sistema de descarte local e assim haveria uma nova forma de direcionamento do resíduo, barateando a matéria prima e ajudando o meio ambiente (DOS SANTOS et al, 2011).

### 5.6 Alvenaria

O sistema escolhido para a alvenaria é o do tijolo solo-cimento. Este tipo de tijolo se caracteriza por não ter queima em sua produção, não tendo como resíduo o dióxido de carbono advindo da queima dos blocos convencionais, sendo assim uma alternativa ecologicamente correta. Este é produzido através da mistura de solo, cimento e água, em proporções bem definidas. Por ter o solo como principal matéria prima, este deve ser predominantemente arenoso, tendo ente 50% a 70% de areia em sua composição (Barbosa, Mattone, Mesbah, 2002).

O ideal é utilizar o solo do próprio local da construção, mas caso haja de o solo ter argila em maior quantidade, faz-se necessário a correção através da adição de areia. Definido o solo, este deve ser peneirado em uma peneira de malha de 4 mm, para a retirada de pedregulhos e outros empecilhos. Com a terra preparada, faz a mistura na proporção de 1:12, ou seja, uma parte de cimento Portland para 12 da terra preparada. Com a adição de água definida em projeto, “Os componentes devem ser misturados até que a massa fique parecendo uma farofa úmida de coloração uniforme, próxima à cor do solo utilizado, mas levemente escurecida devido à presença da água.” (Campos, 2012). A mistura é homogeneizada na forma de um bloco, semelhante aos blocos cerâmicos comuns, através de uma prensa manual CINVA-RAM.



**Figura 3. Piso feito da fibra de coco.**

Fonte: dos Santos et al, 2011.



**Figura 4. Prensa fabricando um tijolo solo-cimento.**

Fonte: MHA, 2016.

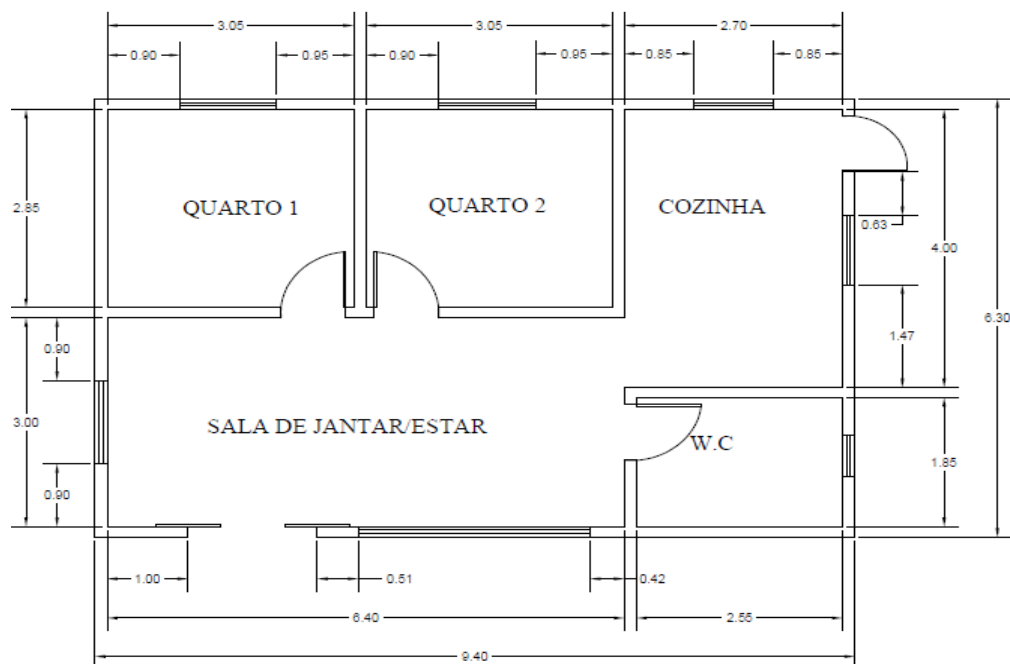
Deixando-os curar por dois dias, os tijolos estão prontos para serem trabalhados, sendo que este tipo tem sua forma de trabalhabilidade similar aos blocos convencionais, com a



vantagem de serem ecologicamente corretos, terem dutos internos que retiram a necessidade de se fazer rasgos para a passagem de tubulações e auxiliarem na manutenção da temperatura interna graças ao solo cimento ser um material poroso, além de dispensar qualquer tipo de revestimento. Assim sendo, o tijolo de cimento terra acaba “representando uma alternativa não poluente e de baixo consumo energético. Sendo um material que “respira” (em vista da porosidade), permite trocas de vapor entre interior e exterior da construção, o que leva a um notável conforto interno” (Barbosa et al, 2002), sendo a escolha perfeita para construções sustentáveis.

## 6 Resultado

Por meio da pesquisa realizada foi possível compor uma planta baixa da residência sustentável (Figura 5), levando em consideração a definição de casa de habitação popular postulada pelo Código Sanitário do Estado de São Paulo, com medida máxima de 60m<sup>2</sup>. A casa modelo tem 59,22m<sup>2</sup> e tem um espaço dimensionado para aproveitar o máximo da incidência solar da região, com janelas amplas e em lugares estratégicos, sendo estas colocadas para que a sala receba a luz solar advinda da parte da manhã e os quartos e cozinha receba à tarde. Faz-se necessária a verificação da carta solar de casa região ao qual a edificação vá ser construída.



**Figura 5. Planta baixa da edificação.**

Fonte: autor, 2016.

A proposta da casa sustentável contempla, também, o uso de energia renovável e conforto térmico. Nesse sentido, pensou-se num telhado verde, feito de plantas gramíneas, solução barata e natural para manter a temperatura da laje baixa. Ademais, as alvenarias são revestidas com um painel feito da fibra do talo da palmeira de buriti, cuja matéria prima é abundante em toda a Amazônia. Considerando a laje, nela foi projetado um conjunto de painéis fotovoltaicos (Figura n. 6) integrados à rede pública de abastecimento, pois assim se aproveita toda a quantidade de energia solar da região, barateando a conta de luz tanto na hora



do consumo da eletricidade proveniente desta fonte, quanto na venda do superávit a concessionária local. Também, foi pensado em uma maneira de baratear e deixar alvenaria sustentável, assim se optou pelo tijolo de solo-cimento, cujo principal matéria prima é solo arenoso, uma baixa quantidade de cimento e água, não havendo a necessidade de queima de combustíveis em sua produção. O piso foi projetado com fibra de coco aglutinado em resina de poliéster, tendo como objetivo além de baratear o custo, direcionar os resíduos do consumo da água de coco na região.

No auxílio à captação das águas pluviais (Figura n. 7) há necessidade de instalação de calhas e placas metálicas, que serão necessárias devido ao fato de que este tipo de telhado verde retém muito da água advinda da chuva, assim sendo necessário um auxílio para aumentar a vazão na calha. As dimensões desta é de 6 m x 0,65 m, sendo necessária a definição do tipo de liga metálica. Além disso, a laje terá uma inclinação de 2% para facilitar a drenagem da água captada da vegetação, sendo estas direcionadas à calha e desta, para um reservatório inferior.



**Figura 6. Modelo virtual da edificação feito no sketchup.**

Fonte: autor, 2016.



**Figura 7. Ampliação da placa de auxílio de captação pluvial.**

Fonte: autor, 2016.

Quanto ao circuito elétrico da edificação, dimensionado levando em consideração às diretrizes da NBR 5410, com pontos de iluminação projetados com lâmpadas LED, sendo estas com preço unitário superior as outras opções de mercado, mas tem uma vida útil 50 vezes superior as lâmpadas comuns, além de consumirem menos energia.

Em relação à parte hidráulica da residência, optou-se por um sistema de captação pluvial, devido à elevadíssima precipitação da Amazônia, tendo à água direcionada as fontes não potáveis de consumo, responsáveis por metade do consumo em uma edificação. Por opção da uniformização do dimensionamento, optou-se por utilizar encanamento com bitola de 25 mm em toda a edificação, como ilustra a figura n.9.

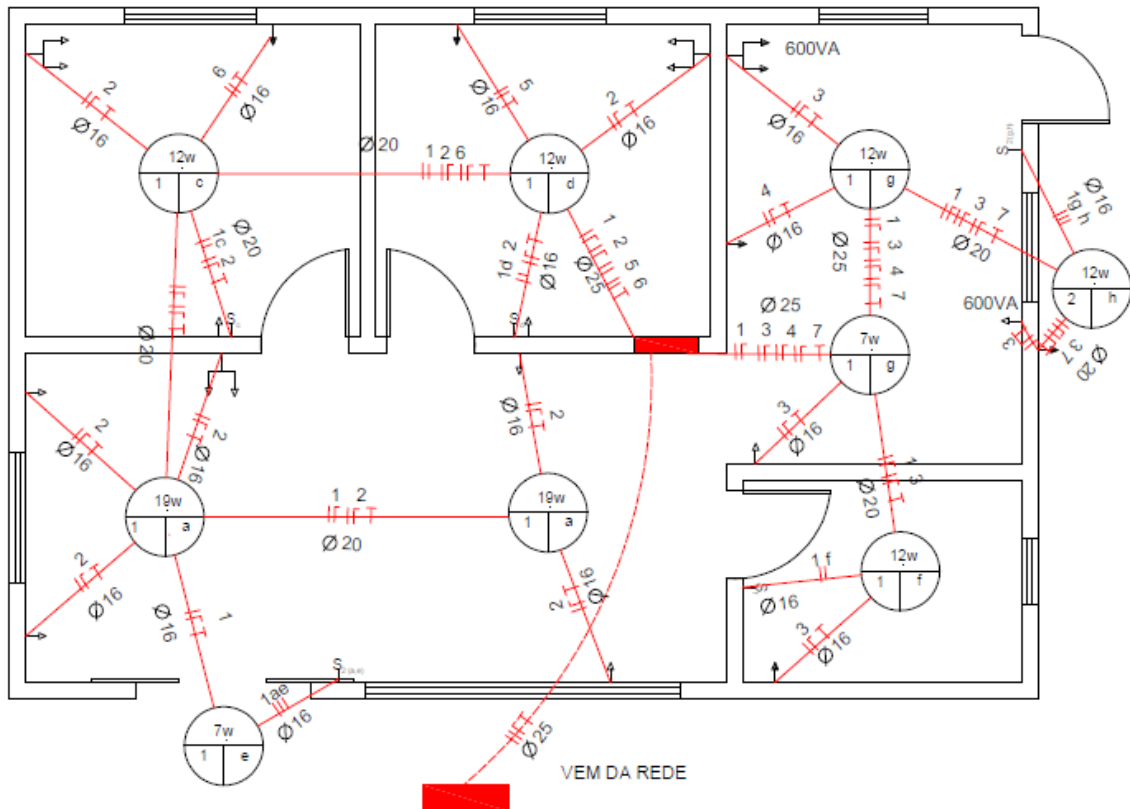


Figura 8. Dimensionamento elétrico da edificação.

Fonte: autor, 2016.

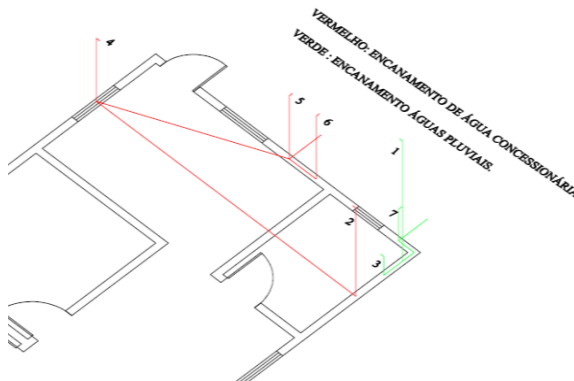


Figura 9. Dimensionamento hidráulico da edificação. Fonte: autor, 2016.

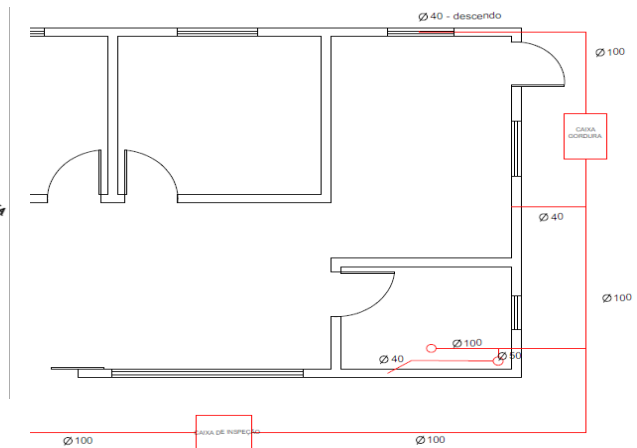


Figura 10. Dimensionamento hidro sanitário da edificação. Fonte: autor, 2016.

## 7 Conclusão

As mudanças climáticas são um fato e já tem consequências sentidas por todos os habitantes do mundo. Estas são frutos das ações humanas, cuja indústria da construção civil e seus derivados tem um grande papel nesta realidade, pois é responsável por metade da energia consumida em todo globo, além de utilizar 60% dos recursos naturais da terra, sendo que a manipulação destes produzem gases que atingem diretamente o meio ambiente, tal como o



dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Com o intuito de garantir o futuro das próximas gerações da humanidade, houve a necessidade de se projetar uma casa ecologicamente correta, ou seja, que trabalhe a favor do meio ambiente. Como o planeta terra tem ambientes diversos, optou-se pela regionalização da residência, tendo como escolha a região amazônica. O clima amazônico oferece temperaturas elevadas, com uma umidade extremamente elevada, fato este que aumenta a sensação térmica da região. Além disso, é um território com um índice pluviométrico altíssimo, além de ter um alto grau de incidência solar.

Levando em consideração todos estes fatores, a casa foi projetada para ser popular e ter um caráter ecologicamente correto, tendo em conta as características da região amazônica. A próxima etapa será fazer o projeto estrutural, para assim quantificar o material utilizado, a fim de determinar o custo unitário da residência. Vale ressaltar que alguns materiais, por serem apenas protótipos, carecem de pesquisas mais aprofundadas tanto em nível de qualidade quanto a possibilidade de produção em larga escala, como é o caso do piso feito de fibra de coco e o painel feito do talo da palmeira de buriti. Após todas as etapas anteriores serem concluídas, será definida a possibilidade da construção de um protótipo.

## 8 Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Desempenho térmico de edificações: NBR 15575, Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalação predial de água fria: NBR 5626, Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações elétricas de baixa tensão: NBR 5410, Rio de Janeiro, 2004.
- BARBOSA, N. P.; MATTONE, R.; MESBAH, A. Blocos de Concreto de Terra: uma opção interessante para a sustentabilidade da construção. In: Proceedings of the 44<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Concreto, Belo Horizonte, Brazil. 2002.
- BRAGA, T.; BITAR, O.; FARAH, F. HABITAÇÃO E MEIO AMBIENTE: Abordagem integrada em empreendimentos de interesse social. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2001.
- BRIGHT, Chris et al. State of the World 2003. 1.ed. Nova York: W.W Norton and Company, 2003. 230p.
- CAMPOS, Iberê. IBDA, Solo-cimento, solução para economia e sustentabilidade. Disponível em < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=124>>. Acesso em 13/07/2016.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. New York: ONU, 1987
- CORBELLA, Oscar. YANNAS, Simas. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos. São Paulo, 2003.
- de Lima, J. A., Dambros, M. V. R., de Antonio, M. A. P. M., Janzen, J. G., & Marchetto, M. (2011). Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. Eng Sanit Ambient, 16(3), 291-298.
- do Nascimento, C. A. (2004). Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras).
- dos Santos, A. W. L., Lima, I. V., de Souza, I. B. F., Francisco, J. D., de Araújo Franco, P., de Oliveira, P. F., ... & Valério, T. N. (2011). PISO PRODUZIDO A PARTIR DE FIBRAS VEGETAIS. e-xacta, 4(2).





- ECOEFICIENTES, O que é e como fazer um telhado verde. Disponível em <<http://www.ecoeficientes.com.br/o-que-e-e-como-fazer-um-telhado-verde/>>. Acesso em 13/07/2016.
- EDWARDS, Brian. Guia básica de la sostenibilidad. Barcelona: Gustavo Gilli, 2004.
- FINANCIADORA DE ESTUDOS BRASILEIROS, Finep apoia projeto de energia solar. Disponível em <<http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/4739-finep-apoia-projeto-de-energia-solar-fotovoltaica>> acesso em 24 de abril de 2016.
- FISCH, G. et al. Clima da Amazônia. Disponível em <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/>. Acesso em 19 de abril de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE, A falta de água no mundo, agora e no futuro. Disponível em <http://www.inbs.com.br>. Acesso em 20 de abril de 2016.
- LED, Informação técnica. Disponível em <<http://www.led.entre.com.pt/technical-information>> acesso em 24 de abril de 2016.
- MALHOTRA, V. M. Introduction: sustainable development and concrete technology. Concrete International, v. 24, n. 7, 2002.
- MUSITANO, Manuela. Usina hidroelétrica: do movimento das águas à eletricidade. Disponível em <http://www.invivo.fiocruz.br>. Acesso em 22 de abril de 2016.
- MHA, Masonry heater association. Disponível em <<http://mha-net.org/docs/v8n2/wildac06e.htm>> Acesso em 01 de maio de 2016.
- PEREIRA, Enio Bueno et al. Atlas brasileiro de radiação solar. 1º Edição. São José dos Campos. Disponível em <http://solnaamazonia.com.br>. Acesso em 22 de abril de 2016.
- Pereira, L. R., Pasqualetto, A., & Minami, M. Y. (2008). Viabilidade econômica/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100 m² de cobertura. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) –Pontifícia Universidade Católica de Goiás.
- PORTAL BRASIL, Fontes hidráulicas geram a maior parte da energia elétrica. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura>. Acesso em 22 de abril de 2016.
- PORTAL SOLAR, Simulador solar. Disponível em < <http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>> Acesso em 23 de abril de 2016.
- ROCHA, Sérgio. Telhado verde e energia fotovoltaica: Juntos e 8,3% mais eletricidade. Disponível em <http://institutocidadejardim.com.br>. Acesso em 25 de abril de 2016.
- RUANO, M. Ecourbanismo: entornos humanos sostenibles. Barcelona: Gustavo Gilli, 2000.
- SABESP, equipamentos economizadores. Disponível em <http://site.sabesp.com.br>. Acesso em 26 de abril de 2016.
- SANTA RICA, as vantagens da substituição das lâmpadas tradicionais por LED. Disponível em <http://www.santarita.com.br>. Acesso em 24 de abril de 2016.
- World Wildlife Fund. Por dentro da floresta amazônica. Disponível em <http://www.wwf.org.br>. Acesso em 23 de abril de 2016.