

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE - UNINORTE

**Projeto Sustentável De Residência Unifamiliar**

KLEBERSON LUNO RODRIGUES SANTANA

Manaus

2018

KLEBERSON LUNO RODRIGUES SANTANA

**Projeto Sustentável De Residência Unifamiliar**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte – UNINORTE como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Kleber Santana, M. Sc.

Manaus

2018

KLEBERSON LUNO RODRIGUES SANTANA

## **Projeto Sustentável De Residência Unifamiliar**

Projeto de Engenharia apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte - UNINORTE como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Banca Examinadora

---

---

---

**Manaus**  
**2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e pela oportunidade que tive de dar seguimento a meus estudos;

Agradeço a UNINORTE Laureate International Universities, coordenação de Engenharia Civil, por oferecer a oportunidade de participar deste curso que é de grande interesse da maioria dos profissionais do ramo da engenharia;

Agradeço a todos os professores que souberam transmitir seus conhecimentos que obtiveram durante anos atuando na área de Engenharia. Pude notar que são profissionais respeitados não apenas na cidade de Manaus, mas sim em nível nacional;

Agradeço a minha família que desde o início me apoiaram e incentivaram na minha escolha, aconselhando e acreditando no meu potencial;

Por fim, agradeço a meus amigos de classe, que por vezes me ajudaram, seja na ausência por motivo de trabalho ou saúde, ou em assuntos ministrados em sala de aula, com explicações sempre claras e precisas;

## RESUMO

SANTANA RODRIGUES L., KLEBERSON. **Projeto Sustentável De Residência Unifamiliar**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte – UNINORTE.

O tema Sustentabilidade vem sendo palco de muitas discussões nas mais diversas instâncias, com diferentes níveis de profundidade e de alarmismo. As atividades humanas vêm sendo produzidas numa intensidade e velocidade sem precedentes na relação ambiental do planeta. A atenção com as ações pessoais está sendo mais cobrada, bem como a transformação da nossa conduta em relação ao meio ambiente. Desse modo, o único meio de alterar o hábito da sociedade é com educação. Todos devem ser orientados para assimilar, aceitar e utilizar esses novos hábitos. É informando todos os cidadãos dos sérios problemas enfrentados, assim como os motivos e as soluções viáveis, que poderemos mudar a situação de destruição dos recursos naturais, afim de que possamos garantir que as gerações futuras não sejam privadas desses bens, como diz a teoria do desenvolvimento sustentável. O objetivo do projeto é que construções residenciais sejam projetadas usando conceitos e princípios apresentados pela sustentabilidade, para diminuir os efeitos ao meio ambiente causados pela construção civil. Trata-se de um projeto na área da engenharia civil, sustentável e de fácil implantação.

**Palavras-chaves:** Sustentabilidade, construção civil, residência unifamiliar.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES, QUADROS E TABELAS**

Figura 1 – Sistema de Captação de Água da Chuva.....	21
Figura 2 – Kit de Equipamentos para Energia Solar.....	22
Figura 3 - Coletores de Lixo.....	23

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1 OBJETIVO DO PROJETO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Objetivo Geral .....	9
1.2 Objetivo Específico .....	9
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Revisão Bibliográfica .....	10
2.1.1 <i>Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável</i> .....	10
2.1.2 <i>Construções Sustentáveis</i> .....	11
2.1.3 <i>Residência Sustentável</i> .....	13
2.1.4 <i>Materiais de Construção Sustentáveis</i> .....	14
2.1.5 <i>Tecnologias Sustentáveis</i> .....	14
2.1.5.1 <i>Uso da Água</i> .....	14
2.1.5.2 <i>Uso da Energia</i> .....	16
2.1.5.3 <i>Coleta Seletiva e Reciclagem</i> .....	17
2.1.5.4 <i>Conforto Térmico e Acústico</i> .....	19
2.2 <b>Concepção do Projeto .....</b>	<b>20</b>
2.2.1 <i>Captação da Água da Chuva</i> .....	20
2.2.2 <i>Captação de Energia Solar</i> .....	21
2.2.3 <i>Destinação do Lixo Produzido</i> .....	22
<b>3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....</b>	<b>24</b>
<b>4 CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>25</b>
4.1 Orçamento do Projeto de Água.....	25
4.2 Orçamento do Projeto de Energia .....	25
4.3 Orçamento do Projeto de Coleta de Lixo .....	26
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## APRESENTAÇÃO

Na atualidade, o crescimento populacional, associado ao crescente desenvolvimento de urbanização, evidencia os problemas ambientais, como a crise energética, os padrões insustentáveis de consumo da sociedade e os impactos da geração e descarte dos resíduos sólidos. Entretanto, nota-se que temas ambientais são mais frequentemente discutidos nas esferas políticas, sociais e, principalmente, acadêmicas.

Sabe-se que a indústria da construção civil é uma das principais atividades econômicas do país e representa cerca 6,5% de participação no Produto Interno Bruto (PIB) e 8,5% dos empregos. Porém, é uma das atividades humanas que mais causa impacto ao meio ambiente. Por exemplo, no Brasil, anualmente, aproximadamente 35% de todos os materiais extraídos da natureza, como madeira, metais, areia, pedras, entre outros, são usados pela construção civil.

Podemos caracterizar este setor em: edificações (prédios comerciais e residenciais, hotéis, condomínios), construção pesada (saneamento, pontes, estradas) e montagem industrial (estruturas, tubulações) (PIRES, 2008). Dentro disso, as edificações são, atualmente, o grande alvo das ações sustentáveis. Esses prédios são responsáveis pela maior parte do consumo global de energia, em torno de 40%, (VAN DIJK; KHALIL, 2011), para prover iluminação, condicionamento ambiental, sistemas de bombeamento e uso de equipamentos, e emitem cerca de 35% de todos os gases de efeito estufa que vão para a atmosfera (CROWHURST, D.; et. al., 2010). No Brasil, 21% do uso da água são provenientes das atividades relacionadas ao edifício (FEBRABAN, 2010). A geração de esgoto também é significativa. Além disso, para manter a vida útil das edificações, são essenciais as melhorias e manutenções, como pinturas, reparos, troca de pisos, tubulações, entre outros. Estas atividades consomem recursos e produzem resíduos. Com toda essa representatividade, gera um alto quadro de impactos ambientais em todas as etapas do seu ciclo de vida. Segundo Leite (2014), os resíduos provenientes da construção civil correspondem a aproximadamente 66% do volume dos resíduos sólidos urbanos, sendo uma grande parte disposta em locais inadequados.



Um dos principais desafios no século XXI é assegurar o desenvolvimento econômico, sem ampliar os impactos ambientais e praticar princípios de desenvolvimento sustentável na construção civil é de essencial relevância para que este desafio seja atingido. Porém, os custos gerados para técnicas sustentáveis tornam-se barreiras impeditivas economicamente para sua realização, dificultando a propagação dos princípios de sustentabilidade nas organizações do setor. A capacidade de incluir a gestão ambiental e responsabilidade social nas práticas e produtos ofertados tornou-se importante para investidores, entre eles acionistas e consumidores. Ultimamente, o mercado identificou que o investimento inicial mais alto destinado à sustentabilidade pode ser absorvido, gerando lucros e benefícios em médio/longo prazo. Além disso, a criação de diferentes formas de trabalho e tecnologias, podem diminuir ou acabar com estes custos, dando benefícios competitivos para as empresas e, conseqüentemente, para o meio ambiente.

A fundamentação deste trabalho está sintetizada no esforço de integrar questões importantes nas áreas de Resíduos, Sustentabilidade e Materiais de Construção, com o objetivo de desenvolver uma ação agrupada destes temas. Para tanto, é estabelecido a utilização de materiais e técnicas de construção menos agressivas, a fim de reduzir o uso de materiais impactantes e otimizar o uso de água e energia.

## **1 OBJETIVO DO PROJETO**

### **1.1 Objetivo Geral**

Implementar técnicas construtivas sustentáveis e materiais de baixo impacto ambiental em um projeto de residência unifamiliar.

### **1.2 Objetivo Específico**

- Analisar conceitos de sustentabilidade na construção;
- Mostrar os custos de um projeto sustentável para uma residência unifamiliar;
- Mostrar os benefícios que este tipo de obra proporciona ao consumidor e ao meio ambiente.

## **2 METODOLOGIA**

O trabalho inicia-se com a apresentação do tema, analisando de forma geral a problemática encontrada atualmente na construção civil referente à sustentabilidade do meio ambiente e os principais desafios para resolver estas questões. A seguir, são descritos os objetivos a serem alcançados com a realização do projeto. Na Metodologia, apresenta-se a revisão bibliográfica que serve de apoio à implementação do projeto, embasando de forma teórica tudo que será aplicado afim de atingir os objetivos estipulados anteriormente. Nesta etapa, também irá constar as ideias, materiais, processos e técnicas implantadas para tornar o projeto benéfico ao meio ambiente, ou seja, sustentável. Em seguida, ainda nesta etapa de Metodologia, será elaborada a concepção do projeto para a residência, tendo em vista as ideias selecionadas. Posteriormente, apresenta-se o cronograma de atividades e seus custos de implementação. Por fim, serão apresentadas as Referências Bibliográficas.

### **2.1 Revisão Bibliográfica**

#### ***2.1.1 Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável***

De maneira geral, sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter. Já o desenvolvimento sustentável pode ser descrito como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. O desenvolvimento sustentável é o que promove a sustentabilidade.

O termo sustentável tem sentido amplo, derivado do latim sustentare, que significa o que pode ser mantido, perpetuado, estando subentendido o fator tempo. Também é usado para descrever uma atividade econômica particular, como por exemplo: produção de energia sustentável, pesca sustentável, agricultura sustentável, entre outros. Estes planos são desenvolvidos por governos e iniciativa privada com o objetivo de aumentar a dimensão de uma determinada atividade aliando a proteção ao meio ambiente e as comunidades humanas.

Já o termo desenvolvimento sustentável engloba três fatores dos quais depende completamente:

- alto valor aos recursos naturais, biodiversidade e purificação da água e do ar, promovida pelo meio ambiente natural;
- a comunidade de criar e trocar conhecimentos sobre diferentes técnicas que originem mais trabalho, melhorem o uso de recursos naturais renováveis e ampliem a produção de alimentos;
- igualdade e justiça precisam ser promovidas entre as pessoas e gerações para diminuir a pobreza, a violência e construir melhores comunidades. Estes fatores são o tripé do desenvolvimento: Eficiência (sustentabilidade econômica); equidade (sustentabilidade social) e conservação (sustentabilidade ambiental).

Analisando esses pontos principais do desenvolvimento sustentável, vemos que, num país onde ocorrem grandes desastres ambientais, enchentes e poluição, o desenvolvimento sustentável ainda está longe de ser alcançado.

### **2.1.2 Construções Sustentáveis**

A construção civil atualmente tem forte atuação no Brasil e no mundo. Para Barreto (2005, p. 7), a construção civil é um setor cuja atividade produz grandes impactos ambientais, percebidos desde a extração das matérias-primas necessárias à fabricação de seus produtos, passando pela execução dos serviços nos canteiros de obra, até a destinação final dos resíduos gerados, provocando uma grande mudança na paisagem urbana.

Estes impactos vêm causando prejuízos ao meio ambiente. Por este motivo os profissionais de Engenharia Civil, voltados para o setor de construção civil, estão cada dia mais preocupados e envolvidos nas causas que objetivam diminuir tais consequências, por meio de recursos sustentáveis.

Com isso, faz-se necessário desenvolver e utilizar novas tecnologias de construção, técnicas de gestão e planejamento, novos componentes, elementos e sistemas construtivos, com intuito de otimizar a construção, proporcionando menor custo, menos desperdício de materiais e retrabalho, melhoria contínua dos processos construtivos e menor tempo na execução.

O termo construção sustentável foi proposto pelo professor Kilbert (1994) apud Colaço (2008) para descrever a responsabilidade da construção civil no que diz respeito ao conceito e aos objetivos da sustentabilidade. Segundo Kilbert, o conhecimento existente e o diagnóstico da indústria da construção em termos de impactos ambientais revelam que existe a necessidade de uma mudança para se atingirem os objetivos de sustentabilidade. Como primeira prioridade deve-se analisar as características da construção tradicional e compará-la com o novo critério sustentável para os materiais de construção, os produtos e processos construtivos. Essa linha de pensamento alterou fatores tradicionalmente considerados competitivos na indústria da construção, como: a qualidade, o tempo e o custo.

Segundo Colaço (2008), uma construção só era considerada competitiva se tivesse o nível de qualidade exigido pelo projeto, se utilizasse sistemas construtivos que otimizassem a produtividade durante a fase de construção e que conduzisse a diminuição do período de construção, permitindo maior rapidez na recuperação de investimento, tudo isso sem alterar os custos de construção. Mais tarde, com a introdução das preocupações ambientais, o conceito de qualidade na construção passou a abranger os aspectos relacionados com a qualidade ambiental. Segundo Araújo (2006), a construção sustentável é um sistema que promove intervenções no meio ambiente, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Faz uso de ecomateriais e de soluções tecnológicas e inteligentes para promover o bom uso e a economia de recursos finitos, a redução da poluição e o conforto de seus moradores e usuários. Ainda conforme Araújo (2006), as linhas-mestras que regem a construção sustentável são:

- Gestão da obra: análise do ciclo de vida da obra e materiais e estudo do impacto ambiental, aplicando critérios de sustentabilidade, como gestão de resíduos, consumo de energia para manutenção e reforma;
- Aproveitamento passivo dos recursos naturais: iluminação natural, conforto térmico e acústico, formação e interferências no clima e microclima;
- Qualidade do ar e do ambiente interior: criação de um ambiente saudável, respirante, não-selado, isento de poluentes, com uso de materiais biocompatíveis, naturais, que não liberem substâncias voláteis;

- Conforto termoacústico: se necessário utilizar tecnologias eco inteligentes para regular a temperatura e o som visando ao conforto do ser humano;
- Gestão de resíduos gerados pelo usuário: criação de área(s) para coleta seletiva do lixo e destinação de reciclagem;
- Eficiência energética: racionalização no uso de energia pública e se possível aproveitar as fontes de energia renováveis, como eólica e solar, e o emprego de dispositivos para conservação de energia;
- Gestão e economia da água: aplicação de sistemas e tecnologias que permitam redução no consumo da água, sistemas de reuso e recirculação da água utilizada na habitação para fins não-potáveis e aproveitamento da água da chuva para fins não-potáveis e até potáveis, dependendo do tratamento aplicado e da região estudada;
- Uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis para todas as etapas da obra;
- Não-uso ou redução no uso de materiais condenados pela construção sustentável, como PVC, amianto, chumbo, alumínio, entre outros.

Para a efetiva adoção dessas práticas, é necessário que todos os agentes estejam envolvidos, incluindo governos, consumidores, investidores e associações, incentivando assim o engajamento do setor da construção.

### ***2.1.3 Residência Sustentável***

A casa sustentável é um organismo vivo. Tudo deve estar integrado, aproveitando o vento, a chuva, a luz diurna e o ar noturno, olhando o ambiente externo e visando à boa qualidade do ambiente interno. Dentro da edificação, os sistemas e equipamentos devem propiciar o controle de: temperatura, umidade, ventilação e iluminação, proporcionando o conforto necessário a cada um dos espaços planejados.

O projeto deve definir o quão sustentável será a futura residência ou empreendimento. Deve-se lembrar que uma construção sustentável poderá ter um custo inicial maior que o convencional, mas o retorno ocorre por conta dos itens sustentáveis, da redução do custo de manutenção operacional da casa e do ganho da qualidade de vida dos moradores, sem falar na redução de degradação ecológica causados pela obra.

Uma casa sustentável possui autossuficiência ou pode ser superavitária em termos de energia, utiliza águas pluviais, reutiliza suas águas servidas e trata seus próprios resíduos líquidos e sólidos, possui sistemas bioclimáticos eficientes para atender às demandas de frio ou calor e as condições de melhor qualidade de ar, atende a todas as condicionantes ambientais e, além do conforto, proporciona uma melhor qualidade de vida para seus moradores. A edificação atual deve se adaptar às exigências do novo mercado e contemplar os conceitos da sustentabilidade, evitando o risco da desvalorização pelo seu alto custo de manutenção e tornando-se amiga da natureza.

#### ***2.1.4 Materiais de Construção Sustentáveis***

Araújo (2007) diz que material sustentável é todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, comercial, agrícola e industrial, seja não-polvente, não tóxico, notadamente benéfico ao meio ambiente e a saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável. Além disso, todos os processos produtivos destes materiais devem ser ambientalmente adequados, tendo sido planejado em todo seu ciclo de vida, atingindo todos os elos da cadeia produtiva, desde os seus fornecedores até os consumidores. A escolha dos produtos e materiais para uma obra sustentável deve obedecer a critérios específicos, como origem da matéria prima, extração, processamento, gastos com energia, emissão de poluentes, biocompatibilidade, entre outros, que permitam classificá-los como sustentáveis e elevar o padrão da obra.

#### ***2.1.5 Tecnologias Sustentáveis***

##### ***2.1.5.1 Uso da Água***

Segundo a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para Infância), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vão para as indústrias e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico. A escassez de água no mundo é agravada devido à desigualdade social e a falta de gestão e sustentabilidade dos recursos hídricos. O

desenvolvimento da população e o crescimento desordenado das cidades juntamente com a ausência de um adequado planejamento urbano traz sérias consequências as comunidades. O Brasil detém cerca de 12% de água doce disponível no mundo. Mas, o consumo predatório vem comprometendo as fontes de recursos naturais disponíveis, afetando principalmente e quase que de forma irrecuperável os recursos hídricos que são manejados em grande parte de forma inconsciente. Com a aparente abundância deste recurso renovável existe a ideia de que os recursos hídricos apropriados para o consumo humano sejam infinitos, apesar de o planeta dar seus avisos, permanece ativo no pensamento social.

A responsabilidade da conservação dos recursos naturais começa pelo uso da água. Precisamos considerar a água tão importante quanto a energia, pois ela impacta diretamente sobre as condições de vida da população, como saúde e a produção de alimentos. A escassez de água é atualmente um dos grandes problemas socioambientais e o seu desperdício agrava essa situação. Estudos mostram que uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água diariamente em sua residência, dependendo da região. A maior parte decorre do uso do chuveiro, responsável por 55% do consumo, contabilizando gastos de água em torno de 45 a 144 litros.

Uso racional e programas de conservação da água constituem medidas eficazes para reduzir o consumo, contribuindo para a sua preservação. Estratégias, que variam desde mudanças de hábito do consumidor até a implantação de novas tecnologias, garantem a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício.

A utilização de equipamentos economizadores de água constitui medida simples e pode impactar significativamente na redução do consumo. Já o aproveitamento da água da chuva corresponde a uma forma alternativa para minimizar os problemas de abastecimento regular de água, para reduzir o seu consumo residencial e também ajudar no controle de cheias e inundações que ocorrem em grandes cidades. Os sistemas de aproveitamento de água da chuva proporcionam uma economia no consumo residencial de até 45%. A água da chuva deve ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação, limpeza de garagens e calçadas e em descargas sanitárias, desde que haja controle de sua qualidade e após a verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde dos usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos.

### 2.1.5.2 Uso da Energia

As edificações consomem mais energia do que qualquer outro setor. De acordo com os dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o uso de chuveiro elétrico numa casa com quatro pessoas, por exemplo, é responsável por 22% do total da conta de luz. O setor residencial responde por quase 23% do consumo total de energia elétrica no País. Além disso, o aquecimento de água para chuveiro é responsável por, aproximadamente, 6% do consumo nacional de energia elétrica e, no período de pico, entre 18 horas e 21 horas, por 20% da demanda do sistema. A Tabela 1 abaixo aponta os aparelhos domésticos que mais consomem energia em uma residência.

Tabela 1: Consumo de energia de aparelhos domésticos.

<b>Aparelho Elétrico</b>	<b>Potência Média (Watts)</b>	<b>Média de Utilização / Dia</b>	<b>Consumo Médio Mensal (KWh)</b>
Chuveiro Elétrico	3.500	40 min	70
Geladeira	90	24 horas	30
Lâmpada Incandescente – 100 W	100	5 horas	15
Micro-ondas	1.200	20 min	12
Computador	120	3 horas	10,8
Ar-condicionado 12.000 BTU	1.450	8 horas	174

Fonte: Eletrobrás, 2010.

A eletricidade é responsável por grandes emissões de gases de efeito estufa devido ao fato de parte de sua geração ser ainda baseada em combustíveis fósseis. Existem três formas principais para diminuir os efeitos da emissão desses gases na geração de energia: redução do seu consumo, substituição de combustíveis fósseis por energias renováveis e aumento da eficiência energética.

Porém, uma das barreiras para a melhoria da eficiência energética é a econômico-financeira. Comprar equipamentos mais eficientes envolve, em geral, custos iniciais mais altos. Isso faz com que muitos consumidores não queiram se responsabilizar e os de baixa renda não têm condições de arcar por conta de seu capital limitado. Mas muitos não sabem que o retorno investido pode ser recuperado em poucos anos ou até mesmo em meses, devido à redução na conta de luz. O que não se pode deixar de fazer, portanto, é um cálculo do custo-benefício do que será investido.



No cenário brasileiro, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de incentivo ao uso de tecnologias complementares à atual geração hidrelétrica. O uso de energia solar e de conceitos de arquitetura bioclimática (ventilação e iluminação natural) têm se mostrado técnicas e economicamente viáveis para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro.

#### 2.1.5.3 Coleta Seletiva e Reciclagem

Grande parte das atividades desenvolvidas pela sociedade, em especial no meio urbano, são potencialmente geradoras de impactos ambientais negativos, que vão desde o consumo descontrolado de recursos naturais até situações alarmantes de poluição, chegando a causar acidentes de proporções catastróficas. Nesse contexto, tem-se a problemática dos resíduos sólidos. A preocupação com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), no Brasil, começou a ser percebida somente nas últimas décadas, quando os problemas causados pela ineficiência do gerenciamento dos resíduos, passou a influenciar negativamente na qualidade de vida da população (CARNEIRO, 2005).

Os Resíduos Sólidos Urbanos, vulgarmente chamados de lixo, são definidos como todo e qualquer material descartado, proveniente das atividades humanas. Porém, nem tudo que é descartado pela população deveria ser considerado como lixo, sendo que muitos dos materiais que se encontram no lixo podem ser reciclados, diminuindo, assim, a quantidade de resíduos (ATHAYDE JÚNIOR et al., 2009). No entanto uma das principais causas para o acúmulo de lixo no meio ambiente é o incontrolável crescimento populacional verificado nos últimos séculos.

De forma tradicional, a gestão dos resíduos sólidos urbanos vem sendo exercida diretamente pelos municípios. A Constituição Federal, em seu artigo 30, estabelece que é de competência dos municípios legislar sobre assuntos de interesse local. No entanto, a questão dos resíduos sólidos, sobretudo a disposição final, em geral ultrapassa os limites dos municípios e exige cooperação intermunicipal e ações do Estado na gestão das soluções conjuntas. A carência ou ainda a ineficiência de políticas públicas para o setor de limpeza urbana tem ocasionado o aumento indiscriminado da produção de RSU, os quais são encaminhados, na maioria das

vezes, para lixões a céu aberto, causando impactos ambientais diretos e indiretos de elevada magnitude (LOPES et al., 2003).

Na gestão dos resíduos sólidos, a sustentabilidade ambiental e social se constrói a partir de modelos e sistemas integrados, que possibilitem tanto a redução do lixo gerado pela população, como a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI 2005).

O gerenciamento dos resíduos inclui atividades visando à redução de resíduos na fonte, coleta seletiva e reciclagem, compostagem dos resíduos orgânicos; construção de aterros sanitários e outras formas de destinação final de resíduos não recicláveis, que tem se mostrado como a solução mais eficiente no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável.

Esta prática é uma das que mais auxiliam no gerenciamento de resíduos. A coleta seletiva pode ser definida como um sistema de recolhimento de resíduos recicláveis previamente separados na fonte geradora compreendendo papéis, plásticos, vidros e metais. Estes materiais recicláveis após um pré-beneficiamento, que inclui a separação por cores, tipos e prensagem são vendidos para indústrias recicladoras ou aos atravessadores (sucateiros), para que desta forma possam ser transformados por indústrias recicladoras e voltar para o mercado (MORAES et al., 2006).

Habitações coletivas são grandes geradoras de resíduos por demanda. Daí vem a necessidade de se implantar a coleta seletiva, levando em conta mudança de hábito e costumes, melhorando a visão ambiental, implantando educação ambiental conjunta, além da criação de diversos outros fatores positivos, como geração de renda, maximização dos recursos, melhoria na qualidade de vida e saúde de uma população em geral.

Um dos objetivos deste Projeto é a implantação de um sistema de coleta seletiva residencial.

#### 2.1.5.4 Conforto Térmico e Acústico

Para garantir o nível de conforto desejado, o projeto deve abordar a questão térmica e acústica da edificação de modo global. Ou seja, nenhuma solução pode ser pensada ou introduzida isoladamente.

Quando o objetivo principal é garantir conforto ao usuário sem comprometer a eficiência energética do edifício, as soluções mais simples costumam apresentar os melhores resultados. Nessa categoria enquadram-se o projeto de plantas baixas com profundidade adequada para um bom aproveitamento da luz natural, a adoção de proteções solares, como a instalação de um sombreamento externo, assim como proporções mais equilibradas de áreas envidraçadas para aumentar a resistência térmica da fachada. Outra solução de impacto é a opção por vidros e películas de controle solar em detrimento dos vidros comuns.

As decisões de projeto podem ser das mais variadas quando se tem a possibilidade de levantar a edificação a partir do zero. Nos casos em que o escopo do projeto abrange apenas a reconfiguração de uma construção existente, as alternativas de garantir conforto são mais restritas, mas não necessariamente escassas.

O prazer térmico e o conforto percebido pelo usuário constituem itens definidores de quão ótima é uma casa, na medida em que o conforto térmico é considerado um conceito subjetivo, associado à sensação térmica agradável ao homem (INMET, 2009), que varia de pessoa para pessoa. O conforto térmico dependerá de variáveis do ambiente, como temperatura, umidade relativa e velocidade de deslocamento do ar, além de variáveis humanas, tais como vestimentas e atividades físicas.

Nota-se que o ser humano pode estar em conforto em uma temperatura que varia entre 18 e 30°C. Abaixo dos 18°C deve-se evitar a entrada de ventos, já que há a necessidade de calor para conforto, enquanto que acima dos 30°C é necessário controlar a incidência de radiação solar. Existem diversas estratégias para obter níveis satisfatórios de conforto térmico. O bom aproveitamento da luz natural, o uso de brises que protegem contra o excesso de insolação, garantindo a ventilação dos ambientes, e a implantação de telhados verdes são algumas delas.

A ventilação consiste basicamente no movimento do ar dentro de um prédio e entre uma edificação e o exterior, sendo que um dos problemas que mais afetam a

sensação de bem-estar é justamente o arejamento interno das habitações. Projetar uma casa em que se prioriza a ventilação natural minimiza a necessidade de utilização de aparelhos de refrigeração, como ar condicionados e ventiladores, proporcionando otimização da eficiência energética e do conforto térmico aos usuários.

Em projetos residenciais, o ruído é uma das principais causas de desconforto e algo que põe em risco a saúde humana. Segundo estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) publicado em 2011, o organismo humano responde aos ruídos mesmo quando está dormindo, aumentando a produção de alguns hormônios, elevando o ritmo cardíaco, contraindo vasos sanguíneos, entre outras reações.

A especificação dos materiais para incrementar o conforto ambiental de uma casa requer, além de rigor, conhecimento sobre os seus comportamentos. Se o projeto demandar certa absorção acústica e menor tempo de reverberação do ruído, a especificação de materiais isolantes não será eficaz. Além disso, deve-se ter em mente que isolar demais um ambiente também pode, em vez de ajudar, incomodar o usuário.

## **2.2 Concepção do Projeto**

Neste projeto, o principal foco na parte de sustentabilidade foi garantir a economia no uso de água, o uso de materiais sustentáveis, redução de desperdícios, redução do consumo de energia elétrica e reciclagem. Em relação à estratégia para a escolha dos materiais, foram utilizados materiais renováveis, recicláveis, reutilizáveis, com facilidade de montagem e desmontagem, padronização de dimensões, baixo conteúdo energético e materiais não tóxicos. Levando em consideração os aspectos relacionados acima, pode-se desenvolver um projeto sustentável benéfico ao ser humano e ao meio ambiente.

### **2.2.1 Captação da Água da Chuva**

A água da chuva é destilada e recolher essa água e aproveitá-la é uma tendência forte na busca de soluções para economizar água potável. A ideia é não perder a água da chuva que cai no telhado, pois se ela não for captada, vai acabar se infiltrando na terra, ou então, pode ir para o sistema de águas pluviais urbano. As

águas pluviais captadas pelo telhado são coletadas por calhas instaladas nos beirais laterais do telhado e conduzidas para um reservatório inferior. Para garantir a qualidade da água para uso secundário os condutores passarão por filtro autolimpante simples disponível no mercado, para remover os detritos e separador de águas para descarte das primeiras águas da chuva. A cisterna contará ainda com clorador para evitar a proliferação de algas ou microrganismos. As águas pluviais armazenadas serão utilizadas para suprir vasos sanitários, irrigação de jardim, lavagem de pisos e veículos, e para o uso de lavagem de roupas. Este sistema é simples, só precisando de uma limpeza a cada 6 meses no reservatório inferior, e é exemplificado como mostra a Figura 1:

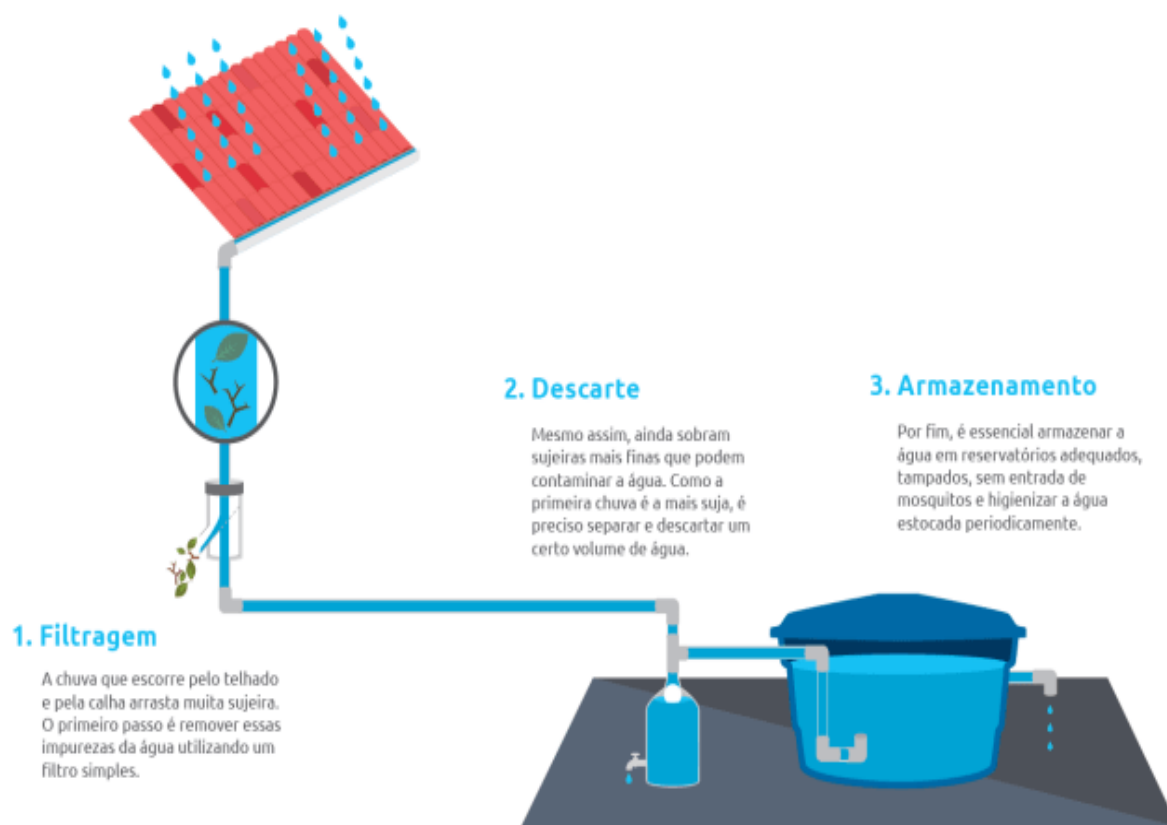


Figura 1: Sistema de Captação de Água da Chuva. Fonte: Engenharia Livre, 2016.

Benefícios:

- Reduz a quantidade de água extraída das fontes;
- Reduz o consumo;
- Reduz o desperdício;
- Evita a poluição;
- Aumenta a eficiência do uso da água;

- Aumenta a reutilização da água.

### **2.2.2 Captação de Energia Solar**

A energia fotovoltaica nada mais é do que a energia elétrica gerada a partir da radiação solar. Este processo utiliza células fotovoltaicas, e quando a luz solar incide sobre a mesma, os elétrons do material semicondutor ficam em movimento, gerando, portanto, eletricidade. Os semicondutores feitos de silício são os mais usados na construção de células fotovoltaicas e a sua eficiência em converter luz solar em eletricidade pode variar entre 10 e 15%, dependendo da tecnologia adotada.

O kit de energia solar para residência tem todos os equipamentos necessários para se montar um sistema de geração de energia solar para uma casa conectada na rede elétrica da concessionária. Como mostra a Figura 2, um kit solar completo é composto por painéis fotovoltaicos (1), inversor (2), cabeamento especial para corrente contínua (3), conectores especiais (4) e estrutura de fixação (5). É desenvolvido para instalação em telhados residências e já vem com estrutura de fixação para telhados.



Figura 2: Kit de Equipamentos para Energia Solar. Fonte: Portal Solar, 2017.

Benefícios:

- Redução do consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, a diminuição da conta de luz;
- Redução da emissão de gases de efeito estufa;
- Redução dos impactos ambientais;
- Geração de emprego e renda;

- Fonte de energia limpa e renovável;
- As placas são silenciosas;
- Requer pouca manutenção: uma vez instalados, precisam somente que as superfícies sejam limpas;
- A vida útil das placas fotovoltaicas pode ser superior a 20 anos.

### **2.2.3 Destinação do Lixo Produzido**

A reciclagem é o processo que consiste em criar novos materiais a partir da reutilização de resíduos como matéria prima para fabricação de novos produtos e a coleta seletiva que é o processo de separação ou seleção de materiais recicláveis do restante dos resíduos, são temas que não poderiam estar de fora deste projeto.

Para que o lixo doméstico produzido possa ser reciclado ele precisa ser, primeiramente, separado em casa. A tarefa de separar o lixo na própria residência é bem simples e pode trazer uma série de vantagens para os moradores, para a vizinhança e para o meio ambiente, principalmente. Para que isso ocorra, deve-se separar todo o material que pode ser reciclado do que não pode, ou seja, vidros, papéis, plásticos e metais devem ser colocados em outro saco ou container de lixo. É importante lembrar que o lixo orgânico não deve ser colocado junto do lixo reciclável, apesar de também pode ser reutilizado. Para facilitar ainda mais o processo de separação, são instalados coletores identificados, como mostra a Figura 3:



Figura 3: Coletores de Lixo. Fonte: Natural Limp, 2018.

Depois, basta depositá-lo em um local estratégico e diferente do local onde se deposita o lixo comum, para que seja fácil o recolhimento, sendo importante também

colocar o lixo reciclável em um saco plástico transparente, facilitando tanto para quem recolhe quanto para quem separa o lixo. Antes de colocar o lixo na calçada deve-se verificar o dia exato que a coleta seletiva de lixo faz o recolhimento na localidade.

Benefícios:

- Redução da quantidade de resíduos encaminhados ao aterro sanitário com conseqüente aumento da sua vida útil;
- Redução dos impactos ambientais durante a produção de novas matérias primas;
- Redução no consumo de energia elétrica;
- Redução da poluição do ambiental;
- Ampliação do desenvolvimento econômico pela geração de novos empregos na operacionalização dos materiais recicláveis e na expansão dos negócios relativos à reciclagem.

### 3 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Para os projetos sustentáveis implementados nesta residência, foi previsto o tempo de 8 semanas para desenvolvimento dos projetos, aquisição de equipamentos, instalação, construção e mão de obra, testes e reparos, de acordo com o Cronograma descrito na Tabela 2 que segue abaixo:

Tabela 2: Cronograma de Obra.

Serviço	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desenvolvimento dos Projetos	x	x						
Aquisição de Equipamentos			x	x				
Instalação Projeto de Água				x	x	x		
Instalação Projeto de Energia				x	x	x		
Instalação Projeto de Coleta de Lixo							x	
Testes						x	x	x
Reparos Finais							x	x
Entrega da Obra								x

Fonte: Próprio autor, 2018.



## 4 CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Para viabilizar os projetos escolhidos, procurou-se utilizar pouca mão de obra durante a execução, composta por: um pedreiro, dois ajudantes de obra, um electricista, um bombeiro hidráulico e sanitário, um pintor e um ajudante de pintor.

Os custos dispensados em cada projeto estão descritos nos tópicos abaixo.

### 4.1 Orçamento do Projeto de Água

Tabela 3: Orçamento para o Projeto de Água.

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Kit Minicisterna 240L + EcoFiltro	Unid	1	R\$ 297,00	R\$ 297,00
Joelho 90° soldável e com rosca 25mm x 3/4"	Unid	2	R\$ 6,21	R\$ 12,42
Calha Platibanda de Chapa de Aço Galvanizada nº 26, corte 45cm	M	7	R\$ 20,51	R\$ 143,57
Total				R\$ 452,99

Fonte: Próprio autor, 2018.

### 4.2 Orçamento do Projeto de Energia

O kit solar fotovoltaico residencial pode ter vários tamanhos e preços que podem variar de acordo com a quantidade de placas solares. Os kits mais comuns de energia solar fotovoltaica para residências populares até mansões são os seguintes:

- Kit de Energia Solar Residencial 1.5kWp - 6 x Placas de 250 Watts - R\$12.500,00;
- Kit de Energia Solar Residencial 2kWp - 8 x Placas de 250 Watts - R\$15.000,00;
- Kit de Energia Solar Residencial 3kWp - 10 x Placas de 250 Watts - R\$20.000,00;
- Kit de Energia Solar Residencial 5kWp – 20 x Placas de 250 Watts - R\$35.000,00;
- Kit de Energia Solar Residencial 10kWp – 40 x Placas de 250Watts - R\$65.000,00.

Para o dimensionamento das placas no projeto base em questão, por se tratar de uma residência familiar para até 4 pessoas, utilizou-se o critério adotado pelo Portal

Solar (2017), que diz que para casas médias, de 3 a 4 pessoas, é necessário a implantação de um sistema de 2 Kwp, ou seja, foram gastos R\$ 15.000,00 para aquisição de equipamentos e instalação deste projeto.

### **4.3 Orçamento do Projeto de Coleta de Lixo**

Para este Projeto, apenas foram adquiridos coletores de lixo identificados de fábrica já com as cores correspondentes a cada categoria de material. As 4 unidades de coletores menores foram dispostas nos cômodos da residência e uma unidade do coletor maior no quintal. O valor do coletor colocado no quintal foi de R\$ 280,00, e os coletores dos cômodos custaram R\$ 50,00 cada um, totalizando um custo de R\$ 480,00.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A., **A moderna construção sustentável**. Disponível em: Acesso em: 08 de Setembro de 2018.

ATHAYDE JÚNIOR, G.B; NOBREGA C.C e ONOFRE F.L. **Usina de reciclagem para resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso da viabilidade econômica para bairros de classe média da cidade de João Pessoa-PB**. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. 2009.

BARRETO, Ismeralda Maria Castelo Branco do Nascimento. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 2005. 28p. il.

CARNEIRO, Fabiana Padilha. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Dissertação de Mestrado, PPGEU/UFPB, João Pessoa - PB, 2005.

COLAÇO, L. M. M., **A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído Projecto e Materiais dos Edifícios**. 2008. Tese apresentada na Universidade Portucalense para obtenção do grau de Doutor, Porto, 2008.

CROWHURST, D.; et. al. **A Framework For Common Metrics of Buildings 2010**. Sustainable Building Alliance, 2010. Disponível em: < [www.sballiance.org/wpcontent/uploads/2014/04/A-Framework-For-Common-Metrics-2010.pdf](http://www.sballiance.org/wpcontent/uploads/2014/04/A-Framework-For-Common-Metrics-2010.pdf)>. Acesso em: 5 de Setembro de 2018.

Engenharia Livre, **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água da chuva**. Disponível em: [engenharialivre.com/baixar-manual-de-captacao-de-agua-da-chuva-do-ipt/](http://engenharialivre.com/baixar-manual-de-captacao-de-agua-da-chuva-do-ipt/). Acesso em: 10 de Setembro de 2018.

FEBRABAN. **Construção Sustentável**. In: CAFÉ COM SUSTENTABILIDADE, 17, 2010, São Paulo. Disponível em: < <http://www.febraban.org.br/7Rof7SWg6qmyvwJcFwF7I0aSDf9jyV/sitefebraban/17%BACaf%E9%20com%20Sustenta>

bilidade-Constru%E7%E3o% 20Sustent%E1vel.pdf>. Acesso em: 5 de Setembro de 2018.

GALBIATI, Adriana Farina. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem**. Rede Aguapé. 2005.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Conforto térmico humano**. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2013/04/9-habitacao-sustentavel-2012.pdf>. Acesso em: 18 de Setembro de 2018.

LEITE, V.F. **Certificação Ambiental na Construção Civil – Sistema LEED e AQUA**. 2011. 50p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LOPES, Regia Lúcia; SILVA, Flaviane de; SILVA, Glauber Nóbrega. **Estudo das potencialidades econômicas dos resíduos sólidos urbanos da região metropolitana de natal-rn**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville- SC, 2003.

MORAES, Frederico Gambardella; SILVA, Klenia Manoela Duarte e LEAL, Antônio. **Coleta seletiva no município de martinópolis - sp**. VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Martinópolis: IGCE/UNESP, 2006.

Natural Limp, **Quais são as cores da coleta seletiva?**. Disponível em: [www.naturallimp.com.br/blog/guia-de-coleta-seletiva/quais-sao-as-cores-da-coleta-seletiva](http://www.naturallimp.com.br/blog/guia-de-coleta-seletiva/quais-sao-as-cores-da-coleta-seletiva). Acesso em: 10 de Setembro de 2018.

PIRES, F.M. **Análise do Comportamento Sustentável das Empresas do Setor da Construção Civil da Grande Florianópolis**. 2008. 73p.. Monografia (Graduação em Economia) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

Portal Solar, **Kit De Energia Solar: Tudo o Que Você Precisa Saber**. Disponível em: [www.portalsolar.com.br/kit-de-energia-solar--tudo-o-que-voce-precisa-saber.html](http://www.portalsolar.com.br/kit-de-energia-solar--tudo-o-que-voce-precisa-saber.html). Acesso em: 10 de Setembro de 2018.

VAN DIJK, D.; KHALIL, E.E.. **Future Cities – Building on Energy Efficiency**. ISO, maio 2011. Disponível em: < [http://www.iso.org/iso/home/news\\_index/news\\_archive/news.htm?Refid=Ref1672](http://www.iso.org/iso/home/news_index/news_archive/news.htm?Refid=Ref1672)>. Acesso em: 08 de Setembro de 2018.