

**UNIJUÍ - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE  
DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA**

**Curso de Engenharia Civil**

**Franciele Taise Manica Schmidt**

**APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR- ESTUDO DE CASO**

**Ijuí/RS**

**2009**

**FRANCIELE TAISE MANICA SCHMIDT**

**APLICAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR– ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia  
Civil apresentado à banca como requisito parcial  
para obtenção do título de engenheiro civil.

Ijuí, novembro de 2009

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua forma final  
pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.**

---

Prof. Raquel Kohler, MSc.-Orientadora  
UNIJUÍ/Detec

Banca Examinadora

---

Prof. José Crippa, Esp.  
UNIJUÍ/Detec

*Dedico este trabalho a minha família, que sempre acreditou em mim, e me fez ver, em momentos de dúvida, que eu era capaz. Obrigada por tudo.*

## **Agradecimentos**

*Á Deus por estar comigo todos os dias de minha vida, por me fazer sentir acolhida e estimulada a continuar.*

*Aos meus pais, pela confiança depositada e pelas tantas vezes que abdicaram de seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu.*

*Ao meu irmão, pelo apoio e pelos momentos de alegria que proporciona quando estamos juntos.*

*Ao meu namorado, por estar comigo, tanto nos momentos alegres como de dificuldade.*

*As amigas, por estarem sempre prontas para me acolher e me apoiar.*

*Aos professores dessa universidade pelos conhecimentos repassados, em especial a minha orientadora Raquel Kohler, pela exigência, ensinamentos e amizade.*

*Ao proprietário da obra estudo de caso, Moacir Manica, pela disponibilização dos projetos necessários para realização deste estudo.*

*A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho...*

*Muito obrigada!*

## RESUMO

O termo sustentabilidade esta cada vez mais presente no dia a dia das pessoas. A humanidade está em busca de produtos que não agridam o meio ambiente, tentando reverter os danos causados pelo homem. São poucos os empreendimentos sustentáveis no país, sendo fundamental o desenvolvimento de pesquisas nesta área. O objetivo principal deste trabalho é caracterizar uma construção residencial unifamiliar selecionada como estudo de caso, do ponto de vista da sustentabilidade e a viabilidade econômica de implantar as tecnologias e materiais sustentáveis disponíveis no mercado em uma construção de pequeno porte. Através da revisão bibliográfica buscou-se conceituar uma habitação sustentável, realizando uma pesquisa sobre os materiais e tecnologias sustentáveis disponíveis no mercado e condizentes com uma habitação familiar de pequeno porte. Como estudo de caso foi selecionada uma obra que apresentasse algumas tecnologias sustentáveis. Foram analisados os materiais utilizados na obra e os que seriam mais indicados, do ponto de vista da sustentabilidade. Constatou-se que o empreendimento estudado poderia ter incorporado mais alguns materiais e tecnologias, sem grande alteração em seu custo final, o que demonstra que há falta de conhecimento sobre os materiais sustentáveis e seus benefícios.

Palavras-chave: sustentabilidade; habitação unifamiliar; viabilidade econômica.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo WR.....	16
Figura 2: As cinco dimensões da sustentabilidade.....	17
Figura 3: Certificação LEED.....	23
Figura 4: Percentual de GEE da Produção de Alumínio.....	29
Figura 5: Ciclo Sustentável do Alumínio no Brasil.....	29
Figura 6: Comparativo entre as esquadrias de PVC e Alumínio.....	30
Figura 7: Tijolo Ecológico.....	32
Figura 8: Sistema Construtivo Tijolo Ecológico.....	33
Figura 9: Comparativo de Custos Tijolo Solo x Bloco de cimento x Tijolo Baiano.....	34
Figura 10: Bloco de Concreto.....	35
Figura 11: Telha de Tubo de Pasta de Dente.....	37
Figura 12: Vista parcial do encaixe das telhas de tubos de pasta de dente.....	39
Figura 13: Aplicação da telha de tubo de pasta de dentes na cobertura de uma escola.....	40
Figura 14: Ecotelha.....	41
Figura 15: Camadas que devem constar na construção de jardins na cobertura de uma edificação.....	41
Figura 16: Aplicação da ecotelha na cobertura de uma Residência.....	42
Figura 17: Pavimento Intertravado.....	45
Figura 18: Comparativo Conforto Térmico entre Pavimento Intertravado e Asfáltico.....	45
Figura 19: Assentamento Espinha de Peixe.....	46
Figura 20: Assentamento Trama.....	46
Figura 21: Assentamento Fileira ou Corredor.....	47
Figura 22: Seção Transversal Típica.....	47
Figura 23: Modelos de pisograma.....	48
Figura 24: Bacia sanitária do Tipo econômico.....	51
Figura 25: Torneira Hidromecânica.....	52
Figura 26: Bacia hidrossanitária com sistema de descarga duplo.....	52
Figura 27: Torneira com sensor de Presença.....	53

Figura 28: Captação de água da chuva.....	54
Figura 29: Sistema de energia solar fotovoltaica.....	58
Figura 30: Sistema de energia solar para aquecimento de água.....	59
Figura 31: Depósito de Resíduos da Construção Civil.....	60
Figura 32: Lixeiras para Coleta Seletiva de Lixo.....	62
Figura 33: Imagem em 3D da fachada frontal da residência.....	65
Figura 34: Imagem em 3D da parte posterior da residência unifamiliar.....	65
Figura 35: Fachada Edificação.....	66
Figura 36: Foto da obra em etapa construtiva.....	66
Figura 37: Esquadria de madeira da Edificação Unifamiliar.....	68
Figura 38: Parede Tijolo Furado Fachada.....	68
Figura 39: Parede Tijolo Furado Fachada oeste.....	68
Figura 40: Telhado de Fibrocimento.....	70
Figura 41: Pavimentação Externa com Pedras Naturais.....	71
Figura 42: Abertura Cisterna.....	73
Figura 43: Vista parcial do terreno e localização da cisterna.....	74





# SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1.Tema da pesquisa.....	11
1.2.Delimitação do Tema.....	11
1.3 Formulação da Questão de Estudo.....	11
1.4 Objetivos.....	11
1.4.1  Objetivo geral.....	11
1.4.2  Objetivos específicos.....	11
1.5  Justificativas.....	12
1.6  Sistematização do trabalho.....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1  Sustentabilidade.....	15
2.2  Construção Sustentável .....	18
2.3  Certificações.....	22
2.4  Projeto arquitetônico.....	24
2.5  Materiais de construção e Tecnologias Sustentáveis.....	25
2.5.1 Esquadrias.....	27
2.5.1.1 Esquadrias de Alumínio.....	28
2.5.1.2 Esquadrias de PVC.....	30
2.5.1.3 Esquadrias de Madeira Certificada.....	31
2.5.2 Alvenaria.....	32
2.5.2.1 Tijolo Ecológico.....	32
2.5.2.2 Bloco de Concreto .....	35
2.5.3 Telhado.....	36
2.5.3.1 Telhado de Tubo de Pasta de Dente.....	37
2.5.3.2 Ecotelha.....	40
2.5.4 Pavimentação Externa.....	44
2.5.4.1 Pavimento Intertravado.....	44
2.5.4.2 Pisograma.....	47
2.5.5 Água.....	48
2.5.5.1 Captação de Água da Chuva.....	53

2.5.6 Energia.....	55
2.5.6.1 Captação energia solar.....	57
2.5.7 Lixo.....	59
2.5.7.1 Resíduos da Construção Civil.....	60
2.5.7.2 Resíduos do Uso da Edificação.....	61
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>63</b>
3.1 Classificação da Pesquisa.....	63
3.2 Procedimento de coleta e interpretação dos dados.....	<b>63</b>
3.3 Estudo de Caso.....	64.
<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
4.1 Esquadrias.....	67
4.2 Alvenaria.....	67
4.3 Telhado.....	69
4.4 Pavimentação Externa.....	71
4.5 Água.....	72
4.6 Energia.....	74
4.7 Lixo.....	74
4.8 Síntese dos Resultados.....	75
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>77</b>
5.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	78
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Tema da Pesquisa

O tema da pesquisa é: sustentabilidade.

## 1.2 Delimitação do Tema

Aplicação do conceito de sustentabilidade a edificações residenciais unifamiliares.

## 1.3 Formulação da questão de estudo

Quais os materiais e tecnologias sustentáveis são mais viáveis do ponto de vista construtivo e econômico para edificações residenciais unifamiliares?

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo geral

Caracterização e análise da edificação selecionada como estudo de caso, e proposta de materiais e tecnologias sustentáveis.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Estudo dos projetos arquitetônico, complementares e memorial descritivo.
- Análise dos materiais e tecnologias utilizados na edificação em estudo.
- Estudo dos materiais e tecnologias sustentáveis disponíveis no mercado brasileiro.
- Comparação qualitativa e econômica entre os materiais utilizados na edificação e os considerados ideais do ponto de vista da sustentabilidade.
- Propostas de materiais e tecnológicas sustentáveis para serem utilizadas neste tipo de edificação.

## 1.5 Justificativa

*Conforme afirma Matos:*

*“Ao poucos, o homem toma consciência do seu impacto sobre o mundo e a escassez dos recursos naturais e percebe que é preciso mudar seu modo de vida. A sociedade atual consome 25% a mais do que o planeta tem capacidade de renovar, ou seja, não vivemos de forma sustentável. Em alguns locais do mundo já surgem as conseqüências como falta de água, poluição urbana, aquecimento global e esgotamento de outros recursos naturais. Para modificar esse quadro, é preciso trazer para o dia a dia soluções sustentáveis que gerem menor impacto ambiental”. (MATOS, 2008).*

A sociedade está buscando saídas através do desenvolvimento de produtos que não agredem o meio ambiente, estímulo do consumo consciente, reuso de recursos e reciclagem de materiais. A área da construção civil vem oferecendo soluções práticas e econômicas. É possível tirar proveito de recursos naturais (como iluminação e ventilação), racionalizar o uso de energia, usar sistemas para reduzir o consumo de água, definir áreas para coleta seletiva de lixo (reciclagem), e buscar soluções termo acústicas. Além disso, uma construção sustentável deve utilizar materiais que não agredam ao meio ambiente. (MATOS, 2008).

De acordo com Abreu, 2009, nas grandes cidades do planeta, as construções ecológicas estão cada vez mais presentes, os imóveis sustentáveis são uma resposta da engenharia, da arquitetura e da engenhosidade humana para o dilema do uso mais racional de recursos como água e energia elétrica. Além disso, os efluentes produzidos pelas unidades habitacionais e os resíduos produzidos durante a construção são corretamente destinados e tratados. Esse correto procedimento de destinação poupa milhões de reais em recursos que seriam aplicados no tratamento de mananciais de água para torná-la potável.

Da mesma forma, Abreu, 2009, afirma que a economia provocada com o uso racional e cuidadosamente estudado da energia elétrica poupa recursos na geração, transmissão e distribuição desta energia e isso se reflete, automaticamente, em menos gastos e em uma economia substancial para os moradores. O melhor aproveitamento da luz do dia e um correto estudo da posição da construção em relação a regime de ventos e da direção em que eles se propagam, podem reduzir a temperatura ambiente dentro dos imóveis sustentáveis de forma efetiva e que será capaz de reduzir-se em muito a utilização de aparelhos de refrigeração e ar condicionado.

Segundo dados da ONG Green Building Council Brasil, órgão responsável pela disseminação da construção sustentável, um edifício de bem com o meio ambiente reduz em até 50% o consumo de água (WENZEL, COSTA, 2007).

Nos Estados Unidos os prédios verdes não custam mais do que 6% além dos convencionais, o investimento é baixo e o retorno rápido. O consumo de energia é de até 50% menor ( DUBAR apud WENZEL, COSTA, 2007).

Conforme citações anteriores, atualmente existe uma grande preocupação com as questões ambientais, já que o homem está sentindo na pele os prejuízos que causou a natureza, e com isso mostra-se de extrema importância a realização de estudos que visem melhorar a qualidade de vida e minimizar os danos causados pelo ser humano.

Nas cidades de grande porte as construções sustentáveis aparecem com mais frequência do que cidades do interior, já que os problemas ocasionados pela ocupação urbana são mais evidentes do que nas cidades de pequeno e médio porte. Esse processo de conscientização é lento e proporcional aos problemas vividos pela sociedade.

Estudos Green Building Council, mostram que a edificação verde exerce efeitos comprovados sobre a saúde e desempenho de seus frequentadores, como por exemplo, um desempenho 20% maior em escolas, ganho de 18% na produtividade em escritórios e em hospitais, os pacientes têm alta 2,5 dias antes. (WENZEL, COSTA, 2007).

O tipo de edificação unifamiliar é construído em larga escala nas cidades de pequeno e médio porte, sendo com certeza mais usual que edificações comerciais ou multifamiliares, cabendo fazer uma análise dos materiais e tecnologias mais indicados para construções deste porte.

Investir em imóveis sustentáveis é muito mais do que garantir lucros e economia de recursos. É garantir o próprio futuro da raça humana, já que assegurar o futuro das gerações que viram é dever de cada um de nós.

## **1.6 Sistematização**

O trabalho está organizado da seguinte forma:

- 1º Capítulo: apresenta o tema da pesquisa, a delimitação do tema, a questão de estudo, os objetivos, a justificativa e a sistematização do trabalho.
- 2º Capítulo: apresenta a revisão da literatura, abordando os seguintes temas: sustentabilidade, construção sustentável, certificações, projeto arquitetônico e materiais de construção e tecnologias sustentáveis.
- 3º Capítulo: aborda a metodologia apresentando a classificação da pesquisa, a coleta e interpretação dos dados e estudo de caso.
- 4º Capítulo: apresenta os resultados obtidos, análise e discussão dos mesmos.
- 5º Capítulo: apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

No final do trabalho são apresentadas as referências bibliográficas e os anexos pertinentes.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Sustentabilidade

Segundo Gonçalves (2006) apud. Prediger (2008), a primeira definição de desenvolvimento sustentável foi feita pelo Brutland Report em 1987, afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer o atendimento as gerações futuras. Nas décadas seguintes, grandes conferências mundiais foram realizadas, como a Rio 92, no Rio de Janeiro, em 1992 e a Rio+10, em Johannesburgo, em 2002. Nessas reuniões protocolos internacionais foram firmados, a fim de rever as metas e elaborar mecanismos sustentáveis.

A segunda conferencia ambiental organizada pela ONU no Rio de Janeiro, também chamada de Eco 92, reuniu 108 chefes de Estado para criar um plano de ação para preservar os recursos naturais do globo. As nações do norte tentaram defender o direito a um ambiente saudável, ao passo que os do sul buscavam o direito de se desenvolverem. O resultado foi a Agenda 21, documento com 2500 recomendações para implantar estratégias para a conservação do planeta e estabelecer metas para a exploração sustentável do patrimônio natural, sem impedir, porém, o desenvolvimento de nenhum país. Deu origem ao Protocolo de Kioto (GUSTAVSEN, 2007).

O Protocolo de Kyoto é um acordo internacional para reduzir as emissões de gases-estufa dos países industrializados e garantir um modelo de desenvolvimento limpo aos países em desenvolvimento. O documento prevê que entre 2008 e 2012, os países desenvolvidos reduzam suas emissões em 5,2% em relação aos níveis medidos em 1990. O tratado foi estabelecido em 1997 em Kyoto, Japão, e assinado por 84 países. Destes, cerca de 30 já o transformaram em lei. O pacto entrará em vigor depois que isso acontecer em pelo menos 55 países. Para os países da União Européia, foi estabelecida a redução de 8%, para os Estados Unidos, 7% e, para o Japão, de 6%. Os Estados Unidos, país que mais emite gases estufa, se retiraram do acordo em 2001( <http://www1.folha.uol.com.br>).



No site Wikipédia (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade>) encontra-se uma definição de sustentabilidade: é prover o melhor para as pessoas e para o ambiente tanto agora como para um futuro indefinido. Propõe-se a ser um meio de configurar a civilização e atividade humanas, de forma que a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente, e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planejando e agindo de forma a atingir pró-eficiência na manutenção indefinida desses ideais.

Para o World Resources (1992-1993), o processo de desenvolvimento sustentável requer a evolução simultânea de quatro dimensões consideradas críticas e inter-relacionadas (figura 1), sendo inovador no aparecimento do aspecto tecnológico (COLAÇO, 2008).

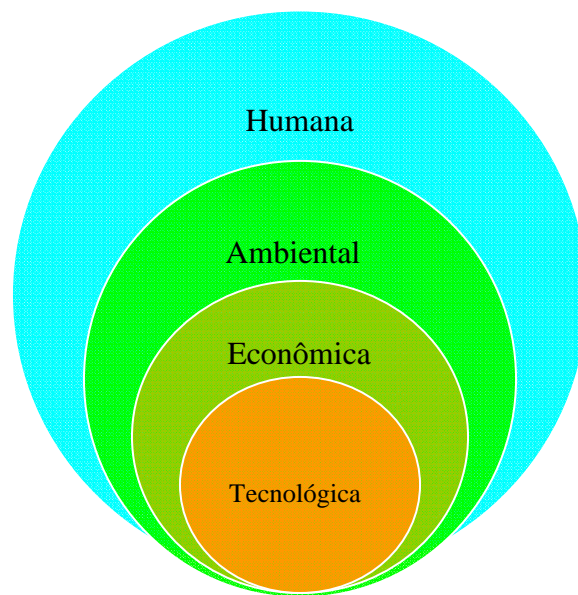


Figura 1- As quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, segundo WR.

Fonte: COLAÇO, 2008.

Sachs (2001) apud Colaço (2008), no entanto, apresenta cinco dimensões do que se pode chamar de desenvolvimento sustentável (figura 2).

Ecológica

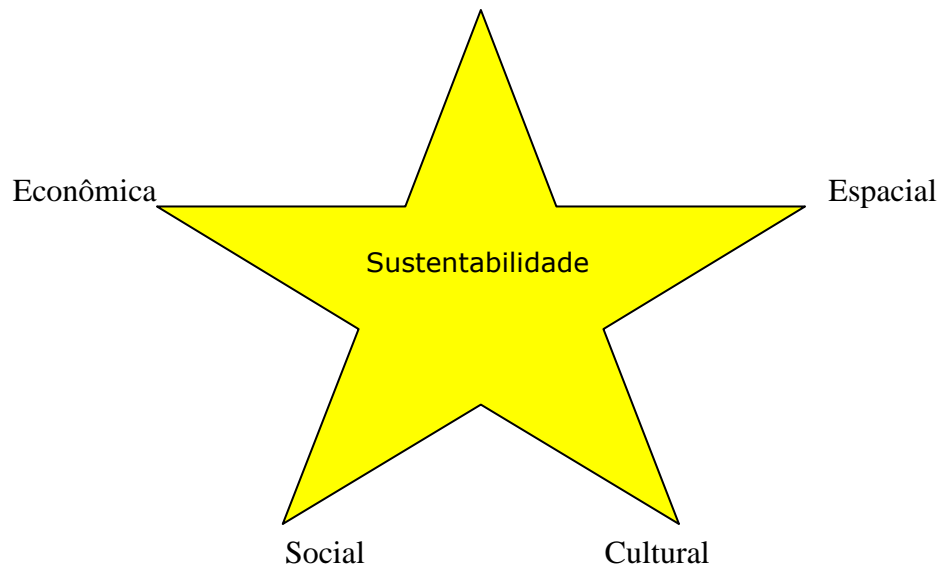


Figura 2: As cinco dimensões da sustentabilidade.

Fonte: Sachs (2001) apud Colaço (2008).

- A sustentabilidade social – criação de um processo de desenvolvimento sustentado por uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir a diferença entre os padrões de vida de grupos sociais.
- A sustentabilidade econômica – alcançada através da gestão e utilização mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados.
- A sustentabilidade ecológica – alcançada através do aumento da capacidade de utilização dos recursos, limitação do consumo dos combustíveis fósseis e dos produtos facilmente esgotáveis e não renováveis, redução da geração de resíduos e da poluição, bem como reutilização e reciclagem dos recursos limitados.
- A sustentabilidade espacial – dirigida para obtenção de uma configuração e distribuição tipo rural e urbana mais equilibrada e uma melhor e mais planejada distribuição geográfica dos grupos sociais, do patrimônio a edificar e da localização das novas atividades econômicas.

- A sustentabilidade cultural – procura por raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícola integrados, que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e área.

As metas do desenvolvimento sustentável, para este autor, representam a satisfação das necessidades básicas da população, a solidariedade para as gerações futuras, preservação dos recursos naturais e elaboração de um sistema social baseado nos direitos humanos, que luta por uma qualidade de vida cada vez maior (COLAÇO, 2008).

Para Gonçalves (2006) apud Prediger (2008), o tema da sustentabilidade vem influenciando abordagens de projeto na arquitetura contemporânea e conta com iniciativas e exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais. Extrapolando as questões de conforto ambiental e suas relações com a eficiência energética, recursos para a construção e operação do edifício, como materiais, energia e água, fazem parte das variáveis que vêm sendo exploradas, com especial atenção na formulação de propostas de menor impacto ambiental.

## **2.2 Construção Sustentável**

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, por conseguinte, conduzissem a diminuição do período de construção, permitindo uma maior rapidez na recuperação de investimento. Tudo isto, sem alterar significativamente 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.

Conforme este autor (2006), as linhas-mestras que regem a construção sustentável são:

\_ *Gestão da obra*: estudo do impacto ambiental, analisando ciclo de vida da obra e materiais, 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 (como partículas em suspensão e compostos orgânicos voláteis/COVs), 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;

E o foco de interesse neste trabalho:

\_ *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.

### **PRIORIDADES PARA A CONSTRUÇÃO VERDE OU SUSTENTÁVEL**

- Poupar energia por meio de isolamento térmico, janelas de alto desempenho, iluminação natural, recursos renováveis de geração de energia e equipamentos de baixo consumo.
- Reciclar construções já existentes aproveitando a sua infra-estrutura, em vez de ocupar novos espaços.
- Pensar em termos de comunidade. Considerar o transporte público, facilitar o trânsito de pedestres e de bicicletas.
- Diminuir o consumo de material. Otimizar o projeto para aproveitar espaços reduzidos e utilizar materiais com mais eficiência. Diminuir o desperdício também reduz o custo.
- Preservar ou restaurar o ecossistema e a biodiversidade. Nas áreas ecologicamente danificadas, procurar reintroduzir as espécies nativas. Proteger as árvores e a camada superior do solo durante a obra.
- Escolher materiais de baixo impacto. Alguns materiais, como os que destroem a camada de ozônio, continuam poluindo durante o seu uso, enquanto outros têm um forte impacto ambiental na hora do descarte.
- Projetar com durabilidade e adaptabilidade. Quanto mais tempo uma construção dura, maior o período durante o qual seu impacto ambiental pode ser amortizado. Projetar uma edificação adaptável, principalmente se ela tiver propósitos comerciais.
- Poupar água. Instalar tubulações e equipamentos de baixo consumo. Coletar e utilizar a água da chuva. Separar a água de pias e chuveiros e reutilizar na irrigação de jardins.
- Criar um ambiente interno seguro e confortável, garantindo a saúde de seus ocupantes. Permitir que a luz do dia penetre no maior número possível de ambientes, providenciar ventilação contínua.
- Minimizar o desperdício de construção e demolição. A separação e a reciclagem compensam economicamente.
- Minimizar o impacto ambiental do seu negócio. Utilizar papel reciclável, usar o projeto para educar clientes, colegas, prestadores de serviço e o público em geral sobre o impacto ambiental das edificações e como diminuí-lo.

Quadro 1: Prioridade para construção verde ou sustentável.

Fonte: Adam (2006) apud Sala (2006).

### 2.3 Certificações

De acordo com John (2008) apud Prediger (2008), o mercado de certificações de edifício brasileiro conta atualmente com duas certificações importadas e adaptadas a nossa realidade, o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – conhecido como “o maior sistema de certificação de edifícios”) e o Francês HQE ( Haute Qualité Environnementale – Brasil AQUA).

Segundo John (2008) apud Prediger (2008), comparando o LEED e o AQUA, no quesito materiais de construção é possível perceber a diferença entre os mesmos: o primeiro privilegia o teor de resíduos e compostos orgânicos voláteis; o segundo, a existência de declaração ambiental de produto (uma descrição detalhada sobre os impactos ambientais do produto ao longo da vida) e a durabilidade esperada.

De acordo com o site Planeta Sustentável ( <http://planetasustentavel.abril.com.br>), o AQUA ( Alta Qualidade Ambiental) é o primeiro selo que levou em conta as especificidades do Brasil para elaborar seus . São eles:

- **Eco-construção:** relação do edifício com o seu entorno, escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos e canteiro de obras com baixo impacto ambiental.
- **Gestão:** da energia, água, dos resíduos de uso e operação do edifício e manutenção (permanência do desempenho ambiental).
- **Conforto:** higrotérmico, acústico, visual e olfativo.
- **Saúde:** qualidade sanitária dos ambientes, do ar e da água.

Para receber a certificação LEED (figura 3) de prédio verde, uma construção deve seguir alguns critérios, são 69 e cada um deles vale um ponto. Leva em consideração todo o ciclo de vida do empreendimento desde a sua concepção, construção, operação e descarte de resíduos (<http://www.gbcbrasil.org.br>).

De acordo com o site da Green Building Council Brasil (<http://www.gbcbrasil.org.br>),

caso atinja no mínimo 26 pontos e atenda os 7 pré-requisitos, o edifício estará de acordo com as preocupações de sustentabilidade e recebe a certificação LEED básica. A partir de 33 pontos, recebe o certificado prata. Quando chega a 39, recebe o ouro. A partir de 52 pontos atinge a certificação máxima, que é de platina. Três empreendimentos já certificados no Brasil estão na categoria prata e um na categoria verde (básica).



Figura 3: Certificação LEED

Fonte: <http://www.gbcbrazil.org.br>.

De acordo com o site do Gren Building Council Brasil (<http://www.gbcbrazil.org.br>), para obter a certificação LEED é necessário seguir os seguintes passos:



- 1.Registro do projeto (no site [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org))
- 2.Coleta de informações pelo time de projetos
- 3.Cálculos e preparação de memoriais e plantas
- 4.Envio da primeira fase ( Projetos - ao GBC Americano )
- 5.Coleta e preparação de documentos da segunda fase
- 6.Envio da segunda fase ( Construção Final )
- 7.Treinamento para ocupação
- 8.Pré operação e pós entrega
- 9.Análise para certificação

## **2.4 Projeto Arquitetônico**

Hoje os edifícios são um dos principais responsáveis pelos impactos causados à natureza, pois consomem mais da metade de toda a energia usada nos países desenvolvidos e produzem mais da metade de todos os gases que vem modificando o clima. O projeto de arquitetura sustentável contesta a idéia do edifício como obra de arte e o compreende como parte do habitat vivo, estreitamente ligado ao clima, a região e ao planeta. Ajuda a difundir maneiras de construir com menor impacto ambiental e maiores ganhos sociais, sem ser inviável economicamente. A elaboração de um projeto de arquitetura na busca por uma maior sustentabilidade deve considerar todo o ciclo de vida da edificação, incluindo seu uso, manutenção, sua reciclagem ou demolição ([www.criarquiteturasustentavel.com.br](http://www.criarquiteturasustentavel.com.br)).

De acordo com Nakamura (2006) apud Prediger (2008) o projeto arquitetônico deve ser acomodado no terreno de modo a facilitar os escoamentos e a drenagem, considerar fatores como clima local, construções vizinhas e a influência das mesmas sobre o projeto, os quadrantes de maior radiação, a amplitude térmica local, média de umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos predominantes.

Em relação aos recursos tecnológicos, são muitas as opções disponíveis para minimizar o impacto ambiental dos edifícios, como painéis solares para aquecimento de água, sistemas

de reaproveitamento de águas cinza, captação de água pluvial e outros. Tais avanços da tecnologia devem fazer parte do desenvolvimento do projeto e não serem inseridos como acessórios, para que possam contribuir de fato para o resultado arquitetônico e melhor desempenho do conjunto (GONÇALVES, 2006 apud PREDIGER, 2008).

Segundo o site Criar Arquitetura Sustentável ([www.criaarquiteturasustentavel.com.br](http://www.criaarquiteturasustentavel.com.br)), alguns princípios básicos devem nortear o projeto:

- Avaliação do impacto sobre o meio, buscando evitar danos ao meio ambiente;
- Implantação e análise do entorno;
- Seleção de materiais atóxicos, recicláveis e reutilizáveis;
- Redução de resíduos;
- Valorização da inteligência nas edificações para otimizar o uso;
- Promoção da eficiência energética com ênfase em fontes alternativas;
- Redução do consumo de água;
- Promoção da qualidade ambiental interna;

## **2.5 Materiais de construção e tecnologias sustentáveis**

Araújo (2007) diz que material ecológico é todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, comercial, agrícola e industrial, seja não-poluente, não tóxico, notadamente benéfico ao meio ambiente e a saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável.

Gonçalves (2006) apud Prediger (2008) destaca que a questão dos materiais é muito presente nas discussões sobre a arquitetura sustentável. Todavia, ela não está necessariamente ligada à aqueles classificados como “alternativos” ou “ecologicamente corretos”. Certamente, o desafio está na escolha do melhor material, para um determinado fim. Além do desempenho térmico, essa escolha deve também incluir uma avaliação quanto as questões de

disponibilidade do material e sua energia incorporada, que são partes integrantes do conceito de ciclo de vida útil do material ou do componente.

Araújo (2007) define como materiais ecológicos aqueles que tenham todos os processos produtivos 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 (ARAÚJO 2007).

Segundo Zoka Zola, autora principal da Zero Energi Home, os materiais adquiridos localmente são ideais para serem usados em construções sustentáveis, já que reduzem o consumo de energia no transporte dos elementos que irão entrar na construção (TIRABOSCHI, 2008).

Araújo (2007) destaca a importância de evitar materiais tradicionais que reconhecidamente acarretam problemas ambientais, como o PVC, que gera impactos em sua produção, uso e descarte, e do alumínio, que requer imensos gastos energéticos para sua produção.

Do ponto de vista dos recursos materiais, existe sempre uma grande vantagem em utilizar os materiais mais duráveis e permitir aos edifícios um maior tempo de vida útil possível. De uma forma simplificada pode dizer-se que, será tolerável o dobro dos impactos ambientais num produto que dure 50 anos, comparado com um produto que dure 25 (COLAÇO, 2008).

De acordo com Berge (1999) apud. Colaço (2008), as perdas em obra constituem aproximadamente 10% das perdas totais da indústria da construção. Cada material tem um coeficiente de perda que descreve o desperdício durante a armazenagem, transporte e instalação do produto final. Para muitos materiais, o incremento da pré-fabricação faz decrescer este fator.

Segundo Colaço (2008), a utilização de materiais duráveis permite a redução das matérias primas utilizadas, desde que se assegure durabilidades iguais a todos componentes de um mesmo sistema construtivo, de maneira a não comprometer os materiais de maior durabilidade pela existência dos de menor durabilidade. Se for inviável a utilização de materiais de durabilidade igual, pelo tipo de material, então, a substituição dos materiais menos duráveis será fácil.

O tempo de vida útil depende de três fatores (COLAÇO, 2008):

- O material em si, pela sua estrutura física e composição química.
- A construção e a sua execução, onde e como o material é colocado no edifício;
- O ambiente local, o clima e outras condições físicas e químicas.

### **2.5.1 Esquadrias**

A esquadria é o elemento construtivo que serve como meio de contato do morador com o exterior, uma esquadria mal dimensionada pode tornar o ambiente escuro, ou quente e sem controle de iluminação.

Existem diversos tipos de esquadrias disponíveis no mercado, como ferro, aço, alumínio, PVC e madeira, de reflorestamento ou não. Em edifícios residenciais e comerciais de médio e alto padrão predomina o uso do alumínio, nas habitações populares o ferro. De acordo com alguns conceitos de sustentabilidade, o ideal é a utilização de madeiras de reflorestamento certificado, devido aos poluentes que os demais produtos emitem durante o processo de fabricação, mas deve ser feita uma análise com demais materiais disponíveis, levando em consideração a durabilidade e a disponibilidade do material na região.

Segundo Colaço (2008), existe a vantagem da durabilidade, em que é tolerável o dobro dos impactos em um produto que dure 50 anos, se comparado com um de 25. Já Araújo (2007)

destaca a importância de evitar materiais tradicionais que reconhecidamente acarretam problemas ambientais, como o PVC, que gera impactos em sua produção, uso e descarte, e do alumínio, que requer imensos gastos energéticos para sua produção e reciclagem.

Devido às informações citadas anteriormente optou-se por aprofundar o estudo na análise dos três materiais utilizados na fabricação de esquadrias: as de alumínio, PVC e de madeira certificada.

### **2.5.1.1 Esquadrias de Alumínio**

O alumínio mostrou-se vantajoso para a construção civil como matéria-prima para esquadrias, devido a características como leveza, função estrutural, baixa manutenção e fabricação de esquadrias nas mais variadas tipologias, com design atualizado e geometria livre. O material é resistente a corrosão e, quando submetido aos tratamentos superficiais, como a anodização ou pintura apropriada, sua resistência é ampliada, além de não oxidar como o ferro e não perder o brilho, garantindo maior durabilidade. O custo do material está sempre além do da madeira e do ferro, mas resiste melhor às condições naturais, tem fácil aplicação, dispensa lixamento, pintura e conservação periódica, o que resulta em economia. Existem perfis que impedem a passagem da temperatura, do ambiente externo com o interno (*thermal break*) propiciando um conforto térmico com economia de energia, uma vez que propicia o uso de vidros duplos com até 41 mm de espessura, conferindo ganho acústico ([www.flexeventos.com.br](http://www.flexeventos.com.br)).

Os produtos fabricados a partir do alumínio são mais duráveis devido à natural resistência à corrosão atmosférica do metal. Os projetos de edificações que buscam a certificação Leed (Leadership in Energy and Environmental Design/ Liderança em Energia e Projetos Ambientais), chamadas de Green Building, utilizam, preferencialmente, o alumínio para a implementação do conceito sustentabilidade no setor da construção civil. Essa certificação

considera tópicos que a aplicação do metal, pelas suas características, ajuda a contemplar, como eficiência energética, reciclabilidade e conforto ([www.abal.org.br](http://www.abal.org.br)).

Em 2007, foram recicladas 324 mil toneladas do metal, correspondente a 35,3% do consumo doméstico de transformados no mesmo período, o que é superior à média mundial, que é de 30,2% – base de 2006. Em 2007, um total de 96,5% das latas de alumínio para bebidas comercializadas no Brasil foi reciclado, índice que manteve o Brasil na liderança do ranking da atividade. Segundo o International Aluminium Institute – IAI, a atividade de reciclagem proporciona importante economia de energia elétrica, enquanto a produção de alumínio primário consome 15,2 GWh/t, a produção de alumínio a partir da sucata consome apenas 0,7 GWh/t. Além disso, libera apenas 5% das emissões de gás de efeito estufa, quando comparada com as emissões da produção de alumínio primário ([www.abal.org.br](http://www.abal.org.br)).

Nas figuras abaixo constam dados sobre a emissão de Gases de Efeito Estufa na produção de alumínio (figura 4) e o ciclo sustentável do alumínio no Brasil (figura 5).

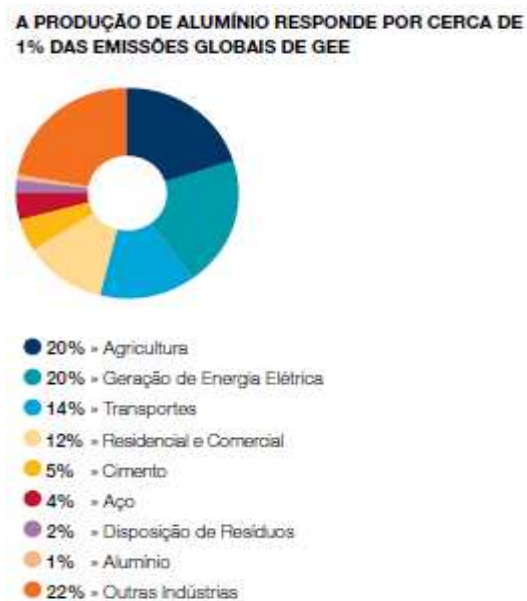


Figura 4: Percentual de GEE da Produção de Alumínio

Fonte: [www.abal.org.br](http://www.abal.org.br).

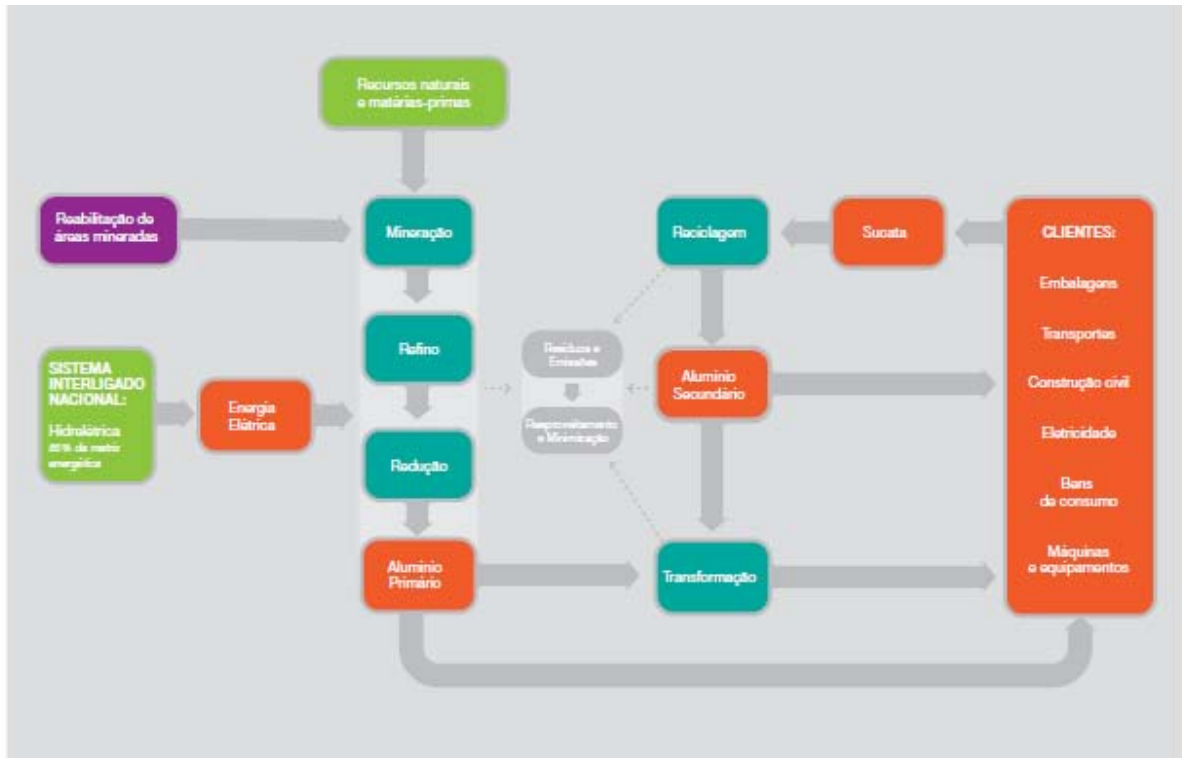


Figura 5: Ciclo Sustentável do Alumínio no Brasil

Fonte: [www.abal.org.br](http://www.abal.org.br).

### 2.5.1.2 PVC

As portas e janelas em PVC não propagam chamas e têm melhor desempenho em isolamento térmico e acústico do que os materiais metálicos, devido a sua própria microestrutura. Duráveis, leves, resistentes a maresia, cupido e intempéries, fáceis de instalar e limpar, as esquadrias de PVC não exigem nenhuma manutenção ([www.flexeventos.com.br](http://www.flexeventos.com.br)).

Segundo o site da JC esquadrias de PVC ([www.jcesquadrias.com.br](http://www.jcesquadrias.com.br)), O PVC proporciona um isolamento térmico inúmeras vezes maior do que o alumínio, pois a estrutura do perfil de PVC é aprimorada, com o objetivo de evitar a dispersão de energia. Janelas antigas ou com frestas são responsáveis pela perda de cerca de 40% da energia de um ambiente.

De acordo com o site, o PVC melhora também o isolamento acústico, reduzindo em torno de 45 db, diminuindo assim a poluição sonora, que aflige cerca de 70% da população brasileira, além de ser 100% reciclável e ter uma grande variedade de aplicações: mecânica, química ou energética ([www.jcesquadrias.com.br](http://www.jcesquadrias.com.br)).

Na figura abaixo é possível verificar os benefícios do PVC em comparação ao alumínio.

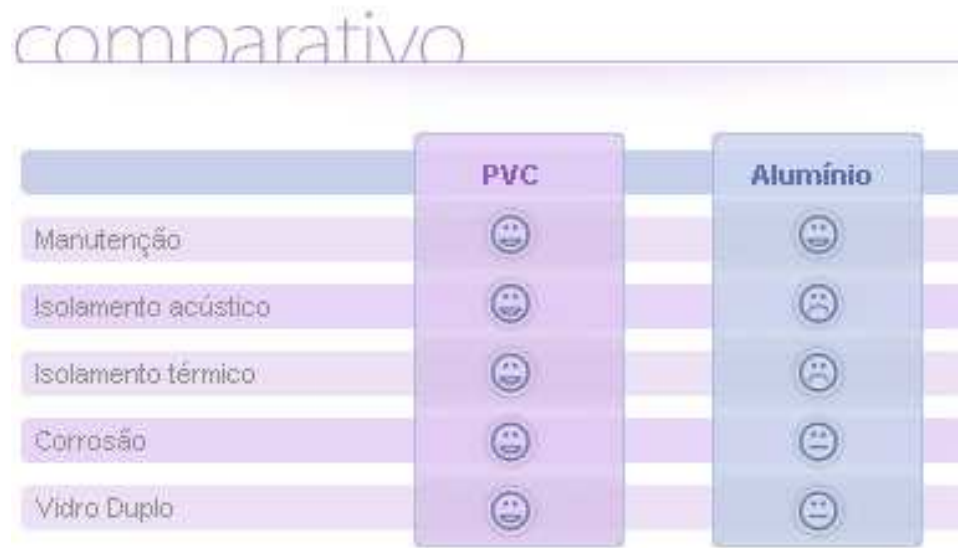


Figura 6: Comparativo entre as esquadrias de PVC e Alumínio

Fonte: [www.jcesquadrias.com.br](http://www.jcesquadrias.com.br)

### 2.5.1.3 Madeira

As esquadrias de madeira se adaptam às condições do clima, são um bom isolador térmico, evitando a condensação de umidade em sua superfície numa situação em que baixa diferença de temperatura entre os ambientes que a esquadria separa. Também conta com as vantagens de possibilitar vários desenhos, acabamentos e detalhes e custo geralmente menor do que o de outros materiais - levando em conta o tipo de madeira utilizada. Porém, a esquadria de madeira requer pintura periódica e cuidados em relação à degradação biológica (insetos, bactérias, fungos etc.), e física (intemperismo, produtos químicos, poluição) ([www.flexeventos.com.br](http://www.flexeventos.com.br)).

A atividade madeireira ilegal, assim como as queimadas e desmatamentos, tem provocado a destruição da Amazônia. Em menos de 50 anos, 20% da cobertura vegetal desapareceu e estimativas indicam que entre 43% e 80% da produção madeireira da Amazônia é ilegal. Para os empresários do setor madeireiro e da construção civil, a floresta é grande fonte de matéria prima, e para continuação dos empreendimentos é essencial a manutenção em longo prazo. A



aquisição de madeira certificada FSC e de fontes controladas é fundamental (Manual Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil, [www.sindusconsp.com.br](http://www.sindusconsp.com.br)).

Na construção civil, a madeira é utilizada de diversas formas em usos temporários, como: fôrmas para concreto, andaime e escoramento. De forma definitiva é usada em estrutura de cobertura, forro, esquadrias e piso. Para esquadrias, são indicadas a seguir algumas madeiras, com referencia no pinho do Paraná (cujo uso deve ser evitado, pois é escassa devido ao grande uso, mas encontra-se em processo de substituição), sendo excluídas da lista as madeiras que enfrentam restrições legais: Bacuri, Cedrinho, Cedro, Freijó, Garapa, Louro-Canela, Louro-Vermelho, Marinheiro, Marupá, Pau-amarelo e Taxi (Manual Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil, [www.sindusconsp.com.br](http://www.sindusconsp.com.br)).

## **2.5.2 Alvenaria**

Existe no mercado uma grande variedade de blocos e tijolos para construção, como os de cerâmica: tijolo maciço ou bloco furado. Como o interesse neste trabalho é caracterizar uma construção sustentável, aprofundou-se o estudo sobre os blocos de concreto e o tijolo ecológico, porque os mesmos não emitem poluentes, já que não utilizam a queima em seu processo de fabricação, evitando também o desmatamento e reduzindo o desperdício de material, pois o uso de argamassa diminui em ambos os casos.

### **2.5.2.1 Tijolo Ecológico**

O Tijolo ecológico ou de solo-cimento (figura 7) é feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à

lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial. Possui dois furos internos que permitem embutir a rede hidráulica e elétrica, dispensando o recorte das paredes. O sistema é modular e produz uma alvenaria uniforme (figura 8), o que diminui as perdas no reboco (www.sitengenharia.com.br, apud SALA, 2006).



Figura 7: Tijolo Ecológico

Fonte: [www.construvan.com.br](http://www.construvan.com.br)



Figura 8: Sistema Construtivo Tijolo Ecológico

Fonte: [www.construvan.com.br](http://www.construvan.com.br)

A não credibilidade do tijolo ecológico no decorrer do tempo era devida a baixa qualidade do produto oferecido no mercado, decorrente de inexistência de controle de qualidade, fábricas com instalações muito aquém das necessidades básicas para a produção – quase sempre produzida em prensas manuais (<http://www.tijol-eco.com.br>).

O uso do tijolo de solo-cimento reduzirá sensivelmente o custo da construção das paredes (figura 9), pois:

- Seu custo final é menor do que o custo para a alvenaria com tijolos de 6 ou 8 furos e/ou tijolinhos, principalmente em decorrência da elevação crescente desses últimos. (controle ambiental referente à obtenção da matéria-prima, uso da lenha nos fornos e filtros para contenção do efeito estufa);
- Não requer mão-de-obra especializada, podendo o próprio assentado construir a parede;
- Não necessita de acabamento, ou seja, que a parede seja rebocada;
- A parede será mais resistente (15 cm contra 9 cm, ou menos, dos cerâmicos) proporcionando melhor conforto térmico e acústico;
- O tempo de execução da obra é reduzido em cerca de 50% (<http://www.tijol-eco.com.br>).

<b>Tijolo de solo-cimento</b>	quant.	valor	<b>Bloco de cimento</b>	quant.	valor	<b>Tijolo baiano</b>	quant.	valor
mão-de-obra c/ rejunte	174 m <sup>2</sup>	3.480,00	mão-de-obra	174 m <sup>2</sup>	4.346,25	mão-de-obra	174 m <sup>2</sup>	4.346,25
tijolos de solo-cimento	7.467 un	4.831,15	blocos	2.173 un	2.173,13	tijolos baianos	10.431 un	2.712,06
cintamento	56 m <sup>1</sup>	129,82	colunas	10 un	802,46	colunas	10 un	802,46
grautes	46 un	379,35	massa	174 m <sup>2</sup>	1.328,67	massa	174 m <sup>2</sup>	1.326,67
			reboco	348 m <sup>2</sup>	1.427,93	reboco	348 m <sup>2</sup>	1.427,93
			cintas	56 m <sup>1</sup>	323,64	cintas	56 m <sup>1</sup>	323,64
			massa corrida	348 m <sup>2</sup>	1.062,00	massa corrida	348 m <sup>2</sup>	1.062,00
mão-de-obra silicone	348 m <sup>2</sup>	522,00	tinta	8 latas	1.200,00	tinta	8 latas	1.200,00
silicone - 2 demãos	3,48 latas	455,00	mão-de-obra	348 m <sup>2</sup>	2.784,00	mão-de-obra	348 m <sup>2</sup>	2.784,00
		<b>9.797,32</b>			<b>15.446,08</b>			<b>15.985,01</b>
Custo final por m <sup>2</sup> de parede		<b>56,31</b>	Custo final por m <sup>2</sup> de parede		<b>88,77</b>	Custo final por m <sup>2</sup> de parede		<b>91,87</b>

<b>RESUMO PARA 174 m<sup>2</sup> DE PAREDE PRONTA:</b>			
	tijolo solo-cimento	bloco	tijolo baiano
total	9.797,32	15.446,08	15.985,01
m <sup>2</sup>	<b>56,31</b>	<b>88,77</b>	<b>91,87</b>

Obs.: Custos apurados em junho / 2007

Figura 9: Comparativo de Custos Tijolo Solo Cimento x Bloco de cimento x Tijolo Baiano.

Fonte: [www.tijol-eco.com.br](http://www.tijol-eco.com.br)

Vantagens do tijolo solo-cimento segundo o site Ecotijolo (<http://www.tijolo-eco.com.br>):

- O custo final da obra pode ser reduzindo em cerca de 20%.
- Economia de até 50% no custo final da parede.
- Redução de cerca de 50% no tempo da construção.
- Redução substancial no desperdício de material, especialmente concreto e massa de assentamento.
- Durabilidade muito maior que qualquer outro tipo de alvenaria.
- Não requer massa no assentamento dos tijolos.
- Menor peso: economia na fundação.
- Usa apenas impermeabilizante no acabamento.
- Assentamento de azulejos diretamente sobre os tijolos.
- Aceita aplicação de reboco, pintura, gesso, grafiato, etc. diretamente sobre o tijolo.

#### **2.5.2.2 Bloco de concreto**

O bloco de concreto apresenta maior rendimento, pois a mão-de-obra executa alvenaria rapidamente. É o bloco mais resistente se comparado com os outros tipos, e o desperdício causado é muito pequeno em relação ao tijolo maciço de barro e o tijolo furado (baiano). Utiliza menos argamassa de assentamento e camadas mais finas de reboco, mas oferece menor conforto térmico em comparação com as outras opções. É aconselhável optar por uma pintura acrílica nas paredes externas para aumentar a proteção contra a umidade (SALA, 2006).



Figura 10: Bloco de Concreto

Fonte: [www.modulo1.com.br](http://www.modulo1.com.br)

Principais vantagens do uso de blocos de concreto ([www.fazfacil.com.br](http://www.fazfacil.com.br)):

- a) Elimina quase 100% formas e ou caixarias, conseqüentemente reduzindo a mão de obra em carpintaria e materiais;
- b) Redução marcante no uso de ferragem, concreto e mão de obra de armador;
- c) Simplificação das instalações elétricas e hidráulicas pela ausência de necessidade de rasgos nas paredes;
- d) Se usar revestimento, este será de menor espessura ( em geral menor que 4 mm internamente e 6 mm nas faces externas das paredes);
- e) Facilidade de treinar mão de obra para executar o serviço;
- f) Facilidade de detalhamento do projeto, resultando em maior rapidez e facilidade de execução;
- g) Facilidade de supervisão da obra;
- h) Ótima resistência ao fogo, além de excelente isolamento térmico e acústico;
- i) Custo final da obra diminui consideravelmente;

De acordo com o site da UFSC ([www.arq.ufsc.br](http://www.arq.ufsc.br)) conforto térmico proporcionado pelo bloco de concreto é menor se comparado ao tijolo comum e o de solo-cimento e nas paredes externas, é recomendado utilizar pintura acrílica para aumentar a proteção contra a umidade. Outra desvantagem do uso dos blocos é a rigidez do projeto, com restrições quanto a

quebra de paredes, que pode ocasionar riscos á estrutura, dificultando assim futuras ampliações.

### **2.5.3 Telhado**

Existem varias opções de produtos para realização de coberturas disponíveis no mercado, como telhas cerâmicas, de concreto, fibrocimento e vidro, mas as que ganham destaque pelo seu papel ambiental são as telhas ecológicas de tubo de pasta de dente e a eco telha, onde a primeira utiliza material reciclado e a segunda apresenta uma alta taxa de permeabilidade.

#### **2.5.3.1 Telha de tubo de pasta de dente**

O tubo de creme dental era um produto considerado problemático para o meio ambiente, pois depois de usado, praticamente não encontrava interessados em reutilizá-lo e acabava entulhando ainda mais os aterros sanitários e lixões das cidades. Através de estudos, tornou-se possível a utilização do mesmo para fabricação de telhas.

Segundo o site da Damale Telhas ([www.damale.com.br/telhas](http://www.damale.com.br/telhas)), o telhado de tubo de pasta de dente é feito com material 100% reciclado, sendo constituído de 25% de alumínio e 75% plástico e não é adicionado nenhum produto químico para aglutinar o material, o que representa um ganho ambiental. O resultado é um produto semelhante na forma as telhas de fibrocimento, mas com qualidades técnicas superiores.



Figura 11: Telha de Tubo de Pasta de Dente

Fonte: [www.condominioeetc.com.br](http://www.condominioeetc.com.br)

O telhado de tubo de pasta de dente deixa a casa até 25% mais fresca no verão, sendo também mais leve, o que significa economia no transporte das telhas e na estrutura da cobertura ([www.damale.com.br/telhas](http://www.damale.com.br/telhas)).

Benefícios da telha de tubo de creme dental de acordo com o site da Engeplas ([www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br)):

- Produto 100% reciclado. Em seu processo de transformação, não gera nenhum tipo de efluente ou poluente atmosférico, pois não ocorre qualquer queima em sua fabricação. É extremamente resistente e pode ser reciclado várias vezes.
- Com custo acessível, substitui com vantagem o amianto, seu valor é menor que as telhas metálicas e não agride a saúde de quem a produz ou manipula.
- Reduz em média 40% do custo com madeiramento
- Não é afetado pela exposição à luz solar (raios U.V.)
- É isolante térmica (30% menos calor que as telhas de amianto)
- Auto-extinguível, pois não propaga chamas
- Não oferece riscos a saúde

- Altamente resistente a umidade e agentes químicos
- Fácil fixação, sem trincar sob a penetração de pregos e parafusos
- Suporta 150 kg de peso por m<sup>2</sup>
- Garantia de 3 anos contra defeitos de fabricação

Especificações técnicas da telha segundo o site da Engeplas ([www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br)):

- São compostas 25% alumínio e 75% plástico PEBD - polietileno de baixa densidade - proveniente de aparas da fabricação dos tubos de creme dental.
- Dimensão original: 2,20m x 0,90m
- Dimensão remontada: 2,10m x 0,79m
- Espessura média: 6mm
- Altura da onda: 5,5cm
- Inclinação mínima: 5 graus
- Peso: 13Kg
- Número de apoios: três, nas extremidades e no centro

Para melhor aproveitamento das telhas ecológicas, são necessários alguns cuidados na sua instalação, pois elas não possuem um lado determinado para seu encaixe. Na figura abaixo, é possível comparar o aproveitamento em dois métodos diferentes de instalação. No modelo de montagem a, as telhas ecológicas têm um aproveitamento menor em sua área útil, ou seja, em telhado de área 100m<sup>2</sup> montado desta maneira serão necessárias aproximadamente 69 telhas. No modelo de montagem b, as telhas ecológicas tem um aproveitamento maior em sua área útil, ou seja, em um telhado de área 100,00 m<sup>2</sup> montado desta forma serão necessárias aproximadamente 60 telhas ([www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br)).



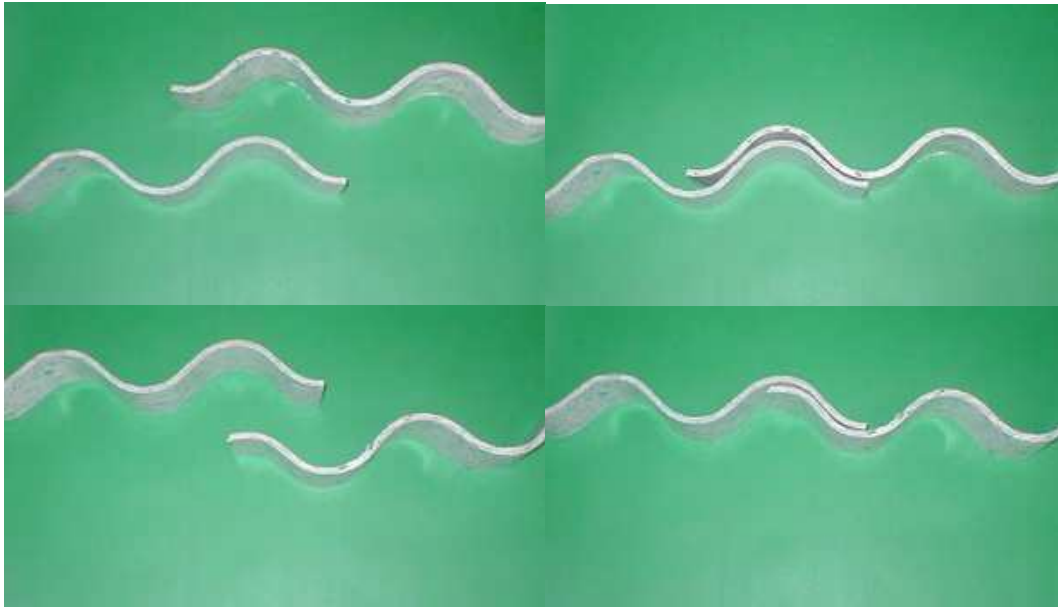


Figura 12: Vista parcial do encaixe das telhas de tubos de pasta de dente

Fonte: [www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br)



Figura13: Aplicação da telha de tubo de pasta de dentes na cobertura de uma escola.

Fonte: [www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br)

### 2.5.3.2 Ecotelha

A urbanização que ocorre com o crescimento das cidades provoca uma diminuição na cobertura vegetal, modificando o ciclo hidrológico, através de alterações nas quantidades de

água envolvidas nos processos constituintes do ciclo. O ambiente impermeabilizado passa a direcionar maior parcela de água pluvial a um escoamento superficial, dada a redução da interceptação vegetal. A consequência deste processo é um aumento nos volumes escoados, ao mesmo tempo em que ocorre a redução do tempo de concentração, provocando assim hidrogramas de cheias cada vez mais críticos (CASTRO, 2008).

Os telhados verdes são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal nas edificações. De acordo com o autor, em estudos realizados os resultados preliminares mostram que para os eventos estudados o telhado e terraço com cobertura vegetal têm uma redução no escoamento superficial de até 97,5 e 100% respectivamente nas primeiras 3 horas após o início da chuva. Já 6 horas após o início da chuva, a redução no escoamento superficial é de 70 a 100% no terraço e de 26,6 a 100% no telhado (CASTRO, 2008).

A Ecotelha é um sistema modular, formado por um substrato rígido mais um substrato leve, que agrega nutrientes essenciais que proporcionam retenção de água e drenagem do excedente evitando assim a erosão. Ela vem plantada e enraizada (Figura 14) e pode ser transportada com facilidade. Tem 35cm de largura, 68cm de comprimento e espessura de 6cm. Pesa cerca de 12,5 Kg por unidade saturada em água. São necessárias quatro ecotelhas/m<sup>2</sup>, o que resulta num peso de 50 Kg/m<sup>2</sup>. A manutenção deste telhado é simples, pois as plantas crescem lentamente e não necessitam de rega ou poda (<http://www.ecotelhado.com.br>).



Figura14: Ecotelha.

Fonte: <http://bugalhos.blogspot>

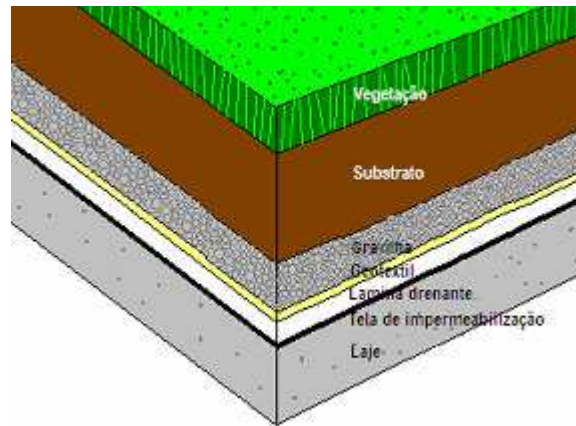


Figura 15: Camadas que devem constar na construção de jardins na cobertura de uma edificação.

Fonte: [ure.aram.pt/main.php/aram/ure.html](http://ure.aram.pt/main.php/aram/ure.html), apud SALA (2006).

As plantas selecionadas para o Ecotelhado possuem o mecanismo da fotossíntese chamado metabolismo ácido das crassuláceas, que as faz resistente à seca. Elas fecham os estômatos durante o dia e trocam gases durante a noite de forma a não perder água, fazendo assim um metabolismo mais lento. A ecotelha pode ser colocada sobre qualquer telhado existente, seja de fibrocimento de 6mm de espessura, telhas cerâmicas, de concreto ou laje pré moldada com estrutura para receber essa carga ([www.designatento.com](http://www.designatento.com)) .



Figura 16: Aplicação da ecotelha na cobertura de uma Residência.

Fonte: [www.designatento.com/ecotelhado](http://www.designatento.com/ecotelhado)

O ecotelhado é um telhado vivo que possui vantagens que os telhados "convencionais" não possuem, como:

- **Qualidade do ar:** Através da fotossíntese e da aderência dos poluentes ao substrato, os telhados verdes agem como purificadores do ar urbano. O telhado vivo é também um aprisionador de carbono.
- **Proteção do prédio:** A cobertura vegetal em um prédio elimina a concentração de calor evitando a dilatação e protegendo o prédio contra trincas. O substrato absorve também as chuvas ácidas. Estes dois fatores elevam a vida útil da construção.
- **Pluvial:** Pela retenção de água e diminuição do fluxo a laje vegetada contribui de forma muito significativa no escoamento de água da chuva conforme pode se constatar no estudo do IPH.
- **Biodiversidade:** Com o crescente desenvolvimento das cidades e de áreas rurais, espécies vegetais e animais têm sido expulsas de seu habitat natural. A cobertura vegetal ou telhado de grama é ferramenta fundamental para a sobrevivência e continuidade da manutenção da vida no conceito urbano que se forma a partir de agora. O telhado ecológico é a solução para cidade moderna.
- **Acústica:** O teto verde diminui a reverberação ao absorver e isola ruídos.
- **Aquecimento Global:** O telhado verde diminui significativamente a necessidade de energia para climatização de ambientes, contribuindo assim para a diminuição de emissão de CO<sub>2</sub> e de suas conseqüências.
- **Conforto Térmico:** O telhado verde proporciona excelente conforto ambiental, pois além do isolamento térmico, ele age por evapo-transpiração, perdendo a energia de evaporação da água por ele retida. O telhado vivo também consome energia pela fotossíntese.
- **Arquitetônica:** O telhado ecológico aparece como tendência arquitetônica em um ambiente urbano saturado de concreto, metal e vidro, fazendo um contraponto de cor, vida e renovação. Nova opção de design para indústrias, residências e fachadas devido à variedade de plantas e folhagens possíveis. Cria visual paisagístico em um espaço

antes inutilizável. Fácil de instalar, prático e inteligente, totalmente integrado na paisagem.

- **Lazer:** No caso de laje plana o telhado de grama se transforma em uma área de lazer.
- **Produção de Alimentos:** A cobertura verde pode ser aproveitada para horticultura com grandes vantagens principalmente no caso de projetos de casas populares. A produção de alimentos próxima ao consumo tem sido apontada com elemento de sustentabilidade na idealização da cidade do futuro (<http://www.ecotelhado.com.br>).

Enquanto nas coberturas tradicionais, como a cerâmica, o escoamento de água é grande, a ecotelha retém parte da água, diminuindo o fluxo através de sua laje vegetada, reduzindo o escoamento em até 97% nas três primeiras horas de chuva, realizando também uma pré-filtragem da água que poderá ser captada posteriormente (<http://blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente>).

A telha cerâmica pesa em torno de 2,5 Kg cada, e em um metro constam 16 telhas, pesando em média 40 kg o metro quadrado, e as de concreto pesam em torno de 47 Kg o metro quadrado, não apresentando uma variação muito grande se comparadas a ecotelha, sendo que assim não há aumento no custo da estrutura do telhado ([www.hinkel.arq.br/hhtelhas](http://www.hinkel.arq.br/hhtelhas)).

#### **2.5.4 Pavimentação Externa**

Foram analisados os materiais para pavimentação externa devido à influência que os mesmos exercem sobre a taxa de permeabilidade. Os pisos podem ser de cimento, lajotas, ardósias, cerâmica, granitos e pedras, mas do ponto de vista da sustentabilidade, os ideais são o piso grama e o bloco de concreto intertravado, devido à taxa de permeabilidade que apresentam.

##### **2.5.4.1 Pavimento Intertravado**

O pavimento intertravado de concreto consome menos energia no processo de fabricação, principalmente se comparado ao pavimento asfáltico. Quando as peças são produzidas em máquinas vibro-compressoras, permitem acurado controle, tornando o produto mais consistente e confiável. São produzidos com matéria-prima local e abundante e não com derivados de petróleo, caros e contaminantes, sendo de fácil execução, sem equipamentos pesados. Sua construção utiliza ferramentas simples de pedreiro, equipamento de corte e uma vibro-compactadora. As peças chegam à obra já prontas, permitindo imediata utilização, além da facilidade de estocagem. Não é necessário o uso de processos químicos ou térmicos.

Permitem a utilização imediata do pavimento, eliminando-se “tempos de espera”. Não é necessária a utilização de mão-de-obra especializada, mas apenas treinada. Permitem criar várias frentes de trabalho e economia de tempo de construção (<http://www.originalblocos.com.br>).

De acordo com o site da Original Blocos (<http://www.originalblocos.com.br>), o pavimento de concreto apresenta as seguintes vantagens sobre outros materiais (asfalto, pedra, madeira, cerâmica): maior uniformidade dimensional, equipes não especializadas, maior produtividade, maior durabilidade, maior aderência, maior valor estético e menores custos.

O pavimento de concreto apresenta cor clara (Figura 17), garantindo maior visibilidade e segurança, menor distância de frenagem, além de economia de energia elétrica. Possui diversidade de formas e texturas, múltiplas disposições em plantas, adaptando-se a qualquer necessidade, obtendo-se variados efeitos estéticos (<http://www.originalblocos.com.br>).



Figura 17: Pavimento Intertravado

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>

A Figura 18 mostra um comparativo entre o conforto térmico do pavimento intertravado e o pavimento asfáltico, sendo que o primeiro alcançou sensação térmica de 51 graus e o segundo, a uma distância de 100m somente, a sensação de 68 graus, uma diferença de 17 graus.





Figura 18:Comparativo Conforto Térmico entre Pavimento Intertravado e Asfáltico

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>.

Recomendações para espessura do bloco de acordo com o tráfego (<http://www.originalblocos.com.br>):

- 60 mm para tráfego leve
- 80 mm para tráfego de veículos comerciais e outros veículos pesados
- 100 mm para situações de tráfego muito pesado

Nas Figuras a seguir (19, 20, 21), são apresentados os tipos de assentamentos utilizados (<http://www.originalblocos.com.br>):



Figura 19: Assentamento Espinha de Peixe

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>





Figura 20: Assentamento Trama

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>



Figura 21: Assentamento Fileira ou Corredor

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>

O projeto arquitetônico deve apresentar contenção lateral, a escolha das peças, formas e cores, o padrão de colocação, modulação da obra, uma drenagem eficiente, além da especificação dos materiais. A Figura 22 apresenta a seção transversal típica do pavimento.



Figura 22: Seção Transversal Típica

Fonte: <http://www.originalblocos.com.br>

### 2.5.4.2 Pisograma

Pisograma são peças feitas de concreto (Figura 23) para pavimentação de áreas externas e que são preenchidas com grama, proporcionando um piso permeável e drenante, além de proteger a grama contra esmagamento em locais de estacionamentos de veículos, permite também que haja escoamento da água da chuva pelo solo, ajudando a prevenir enchentes nas grandes cidades. Se cada residência ou edifício reservasse parte de sua área externa para um jardim, gramado ou área com pisograma, boa parte da água da chuva poderia escoar diretamente para o solo, em vez de percorrer galerias pluviais e desembocar em rios, nas partes mais baixas da cidade, provocando enchentes ([www.tecpavi.com.br](http://www.tecpavi.com.br)).

O pisograma evita a formação de poças de lama e facilita o trânsito de pedestres e veículos. Os gramados feitos sob placas de pisograma mantém ótima aparência. Também conhecido como piso ecológico, possui uma drenagem de 50 a 100% da água, por isso seu uso é ecologicamente correto (<http://www.paviconpisos.com.br/pisograma>).

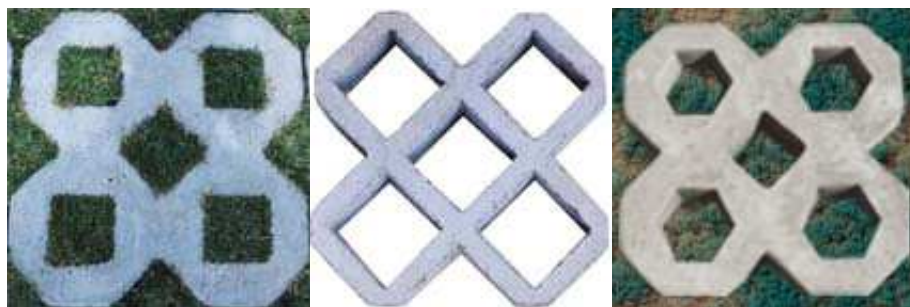


Figura 23: Modelos de pisograma.

Fonte: [www.tecpavi.com.br](http://www.tecpavi.com.br)

### 2.5.5 Água

Na composição da água entram dois gases: duas partes de hidrogênio (símbolo: H) e uma parte de oxigênio (símbolo: O). Sua fórmula química é H<sub>2</sub>O. Três quartos da superfície da Terra são recobertos por água. Trata-se de quase 1,5 bilhões de km<sup>3</sup> de água em todo o planeta, contando oceanos, rios, lagos, lençóis subterrâneos e geleiras. Parece impossível afirmar que o mundo está prestes a enfrentar uma crise de abastecimento de água., mas é o que está para acontecer, pois apenas uma pequena parte de toda a água do planeta serve para abastecer a população ([http://www.webciencia.com/21\\_agua.htm](http://www.webciencia.com/21_agua.htm)).

O Brasil possui uma das maiores reservas hídricas do mundo, concentrando cerca de 15% da água doce superficial disponível no planeta, mas o contraste na distribuição é enorme: a região Norte, com 7% da população, possui 68% da água do País, enquanto o Nordeste, com 29% da população, possui 3%, e o Sudeste, com 43% da população, conta com 6%. Além disso, problemas como o desmatamento das nascentes e a poluição dos rios agravam a situação. Em consequência, 45% da população não têm acesso aos serviços de água tratada e 96 milhões de pessoas vivem sem esgoto sanitário (<http://www.amigodaagua.com.br>).

A agricultura é o setor que mais consome água no país, cerca de 59% . O uso doméstico e o setor comercial consomem 22% e o setor industrial 19% do consumo. Vinte países têm problemas com a falta d'água, projeções feitas por cientistas calculam que em 2025, cerca de 2,43 bilhões de pessoas estarão sem acesso à água, dois de três habitantes do planeta serão afetados de alguma forma pela escassez e vão passar sede ou estarão sujeitos a doenças provocadas pela má qualidade da água. O desperdício um grande problema, sendo uma das causas para escassez. No Brasil 40% da água tratada fornecida aos usuários é desperdiçada. Cada pessoa necessita de 40 litros de água por dia, mas a média brasileira é de 200 litros (<http://www.amigodaagua.com.br>).

A Organização das Nações Unidas instituiu, em 1992, o Dia Mundial da Água - 22 de março. O objetivo da data é refletir, discutir e buscar soluções para a poluição, desperdício e escassez de água no mundo todo. Mas há muitos outros desafios: saber usá-la de forma

racional, conhecer os cuidados que devem ser tomados para garantir o consumo de uma água com qualidade e buscar condições para filtrá-la adequadamente, de modo a tirar dela o máximo proveito possível. A ONU redigiu um documento intitulado Declaração Universal dos Direitos da Água, com os seguintes tópicos ([http://www.webciencia.com/21\\_agua.htm](http://www.webciencia.com/21_agua.htm)):

- A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: é rara e dispendiosa e pode escassear em qualquer região do mundo.
- O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.
- Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade e precaução.
- A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo a nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.
- A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável pela água da Terra.
- A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.
- A água é a seiva de nosso planeta. Ela é condição essencial de vida de todo vegetal, animal ou ser humano. Dela dependem a atmosfera, o clima, a vegetação e a agricultura.
- A gestão da água impõe um equilíbrio entre a sua proteção e as necessidades econômica, sanitária e social.

A água é considerada potável quando pode ser consumida pelos seres humanos. Infelizmente, grande parte da água dos continentes está contaminada e não pode ser ingerida diretamente. Limpar e tratar a água é um processo caro e complexo, destinado a eliminar da água os agentes de contaminação que possam causar algum risco para a saúde, tornando-a

potável. Em alguns países, as águas residuais, das indústrias ou das residências, são tratadas antes de serem escoadas para os rios e mares. Estas águas recebem o nome de depuradas e geralmente não são potáveis ([http://www.webciencia.com/21\\_agua.htm](http://www.webciencia.com/21_agua.htm)).

Dicas para economia de água ([www.webciencia.com/21\\_agua.htm](http://www.webciencia.com/21_agua.htm)):

- Não demorar muito tempo no chuveiro. Em média, um banho consome 70 litros de água em apenas 5 minutos, ou seja, 25.550 litros por ano.
- Prestando atenção ao consumo mensal da conta de água. É possível descobrir vazamentos que significam enorme desperdício de água fazendo um teste: fechando todas as torneiras e os registros de casa e verificando se o hidrômetro - aparelho que mede o consumo de água - sofre alguma alteração.
- É possível economizar 16.425 litros de água por ano ao escovar os dentes, basta molhar a escova e depois fechar a torneira, voltando a abrir somente para enxaguar a boca e a escova.
- Lavar o carro com balde em lugar da mangueira. O esguicho aberto gasta 600 litros de água. Se usar balde, o consumo cairá para 60 litros.
- Não "varrer" quintais e calçadas com esguicho e sim usar a vassoura!

Atualmente existem no mercado vários materiais que visam diminuir o desperdício de água potável, como bacias sanitárias do tipo econômico (Figura 24) e torneiras mecânicas. As bacias podem ser adaptadas a vários sistemas de descarga, como caixa acoplada, suspensa e válvula de descarga, consumindo até 6 litros de água, economizando cerca de 60% se comparada as tradicionais. A torneira hidromecânica garante economia de 30% a 70% (Figura 25).



Figura 24: Bacia sanitária do Tipo econômico

Fonte: [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)



Figura 25: Torneira Hidromecânica

Fonte: [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)

Em 2007, passou a ser comercializada uma bacia equipada com sistema de descarga com um duplo botão de acionamento (Figura 26). Dessa forma é possível selecionar um fluxo de 3 ou de 6 litros. Segundo cálculos da empresa fabricante, a economia poderá chegar a 60% dos gastos cotidianos de água nesta tarefa. O produto recebeu o Prêmio Planeta Casa 2007, promovido pela revista Casa Claudia, que seleciona inovações do setor de casa e construção que contribuam para a promoção da sustentabilidade e para a conservação ambiental ([www.akatu.com.br](http://www.akatu.com.br)).



Figura 26: Bacia hidrossanitária com sistema de descarga duplo.

Fonte: [www.akatu.com.br](http://www.akatu.com.br)

Segundo Paim (1995) apud Michael (2001), a utilização de uma água cara, tratada ao nível de potabilidade, apenas para expulsar fezes e urina, é um desperdício flagrante. Para o funcionamento das descargas de água, pode-se promover o reuso de águas servidas em banho, pias e tanques, por exemplo, conduzindo-se para as descargas, após tratamento eficiente, simplificado e praticamente sem custos, através de filtros lentos de areia. Com isso, pode-se elevar a economia no consumo de água para até 40 a 50% do consumo habitual.

Alguns equipamentos hidráulicos apresentam controle de fluxo de água por meio de sensores de presença, geralmente do tipo infravermelho, como a torneira da Figura 27. Os equipamentos que apresentam esse tipo de controle possuem uma unidade anexa eletrônica em que se dá a leitura de informações e a emissão do comando de abertura do fluxo de água. Geralmente o sensor emite um sinal contínuo à espera de um usuário e quando este é identificado inicia-se o ciclo de funcionamento até o sensor não identificar mais a presença de usuário (PREDIGER, 2008).



Figura 27: Torneira com sensor de Presença

Fonte: [www.mercadolivre.com.br](http://www.mercadolivre.com.br)

### 2.5.5.1 Captação 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 idéia 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. Se esse sistema estiver sobrecarregado, a água não captada vai aumentar o caos dos alagamentos nos centros urbanos ([www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental)).

A água de chuva captada nos telhados não é potável porque entra em contato com impurezas por onde passa. No entanto, é boa para vários usos como descarga de vasos sanitários; lavagem de carros e calçadas ou irrigação de jardim. Em alguns casos, pode ser usada na lavagem de roupas. Na figura 28 temos um esquema de como fazer captação de água da chuva. A chuva cai nos telhados, é recolhida pelas calhas, passa por um filtro que retém sujeiras como folhas e fica armazenada na cisterna enterrada. Uma bomba envia a água da cisterna para a caixa d'água elevada. A partir da caixa d'água, a água da chuva é distribuída para o vaso sanitário, a irrigação do jardim, o tanque de lavar roupa e a máquina de lavar ([www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental)).





Figura 28: Captação de água da chuva

Fonte: [www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental)

A captação de água da chuva pode ser aplicada em residências, condomínios, prédios comerciais e industriais. Seu custo ainda é alto, mas vai se pagando aos poucos com a economia na conta de água. O consumo de água tratada em uma residência pode cair a menos da metade com a instalação de um sistema de captação de água ([www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental)).

A captação de água pluvial traz várias vantagens para o ambiente, pois reduz o consumo de água potável, que custa caro e agride o meio ambiente com a criação de represas, consumo de produtos químicos, etc. Em segundo lugar, a captação de água da chuva reduz o fluxo de água que corre para o sistema de águas pluviais durante as chuvas, aliviando os transtornos com alagamentos pois a água será liberada aos poucos nos dias seguintes à chuva. O sistema de captação consome pouca energia e a maioria de seus componentes pode ser fabricada com plástico reciclado ([www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental)).

### 2.5.6 Energia

A utilização racional de energia, chamada de eficiência energética, consiste em usar menos energia para fornecer a mesma quantidade de valor energético. Os equipamentos domésticos, de escritório, automóveis, a iluminação nas nossas ruas e até as centrais que produzem e distribuem a energia, consomem de alguma forma uma fonte de energia. A utilização abusiva das fontes de energia de origem de combustíveis fósseis, como o petróleo (que representa 37% do consumo), o carvão (27%), o gás natural e o urânio, contribuem grandemente para a libertação de dióxido de carbono para a atmosfera trazendo consequências desastrosas para o Planeta, como as chuvas ácidas, o aquecimento global e a redução da camada de ozônio (<http://dicionario.babylon.com>).

No Brasil 42% da energia consumida é utilizada por edificações residenciais, comerciais e públicas, Lamberts et al (1997) apud Sala (2006), afirmam: “se os arquitetos e engenheiros tivessem mais conhecimento sobre a eficiência energética na arquitetura, ao nível do projeto ou da especificação de materiais e equipamentos, esses valores poderiam ser reduzidos. Além de evitar a necessidade de maior produção de eletricidade no país, isso retornaria em benefícios aos usuários, como economia nos custos da obra e no consumo de energia”.

Dicas para economia de energia ([www.ecoconsciente.com.br](http://www.ecoconsciente.com.br)):

- Dar preferência a lâmpadas fluorescentes compactas ou circulares para cozinha, área de serviço, garagem e qualquer outro local que fique com as luzes acesas mais de 4 horas por dia. Esse tipo de lâmpada, além de consumir menos energia, dura 10 vezes mais.
- Sempre que possível utilizar lâmpadas fluorescentes, que duram mais e gastam menos energia.
- Evitar acender lâmpadas durante o dia e usar mais iluminação natural.

- Pintar paredes e tetos com cores claras, que refletem melhor a luz, diminuindo a necessidade de iluminação artificial.

- O consumidor deve observar quanto for comprar geladeira ou freezer se o produto tem o Selo Procel de Economia de Energia. A instalação do aparelho deve ser feita em local bem ventilado, evitando a proximidade do fogão e de aquecedores ou áreas expostas ao sol. Esses eletrodomésticos devem ter um espaço mínimo de 20 cm dos lados, acima e no fundo, no caso de instalação entre armários e paredes.

- Regular o termostato da geladeira adequadamente em estações frias do ano.

- Fazer degelo sempre que a camada de gelo atingir a espessura de, aproximadamente, 1cm.

- A borracha de vedação da porta deve estar sempre em bom estado, evitando fuga de ar frio.

- As portas da geladeira ou do freezer não devem ficar abertas por tempo prolongado. O usuário deve arrumar os alimentos de forma a perder menos tempo para encontrá-los.

- As prateleiras não devem ser forradas com plásticos ou vidros , pois isto dificulta a circulação interna do ar.

Segundo Lamberts et al (1997) apud Prediger (2009), uma outra alternativa para economia de energia são os sensores, que podem ser de ocupação, por controle fotoelétrico e de programação de tempo. Os de ocupação são dispositivos de controle que respondem a presença e ausência de pessoas no campo de ação do sensor, os de controle fotoelétrico identificam a presença de luz natural, bloqueando a luz artificial através de “dimers” controlados automaticamente e por ultimo, o sistema de programação de tempo, projetado para reduzir o desperdício de luz, gerenciando eficientemente o ligar e desligar dos sistemas de iluminação .

### 2.5.6.1 Captação energia solar

No Brasil, os primeiros projetos apareceram por volta da década de 80 e tiveram como prioridade gerar energia elétrica em locais distantes dos centros de distribuição, como área rural ou comunidades isoladas, com a função de levar água, alimentar sistemas de telecomunicação e sinalização (MORAES, 2007).

Vantagens da energia solar segundo Moraes (2007):

- Os recursos são inesgotáveis (energia solar);
- Não prejudica a flora e a fauna nem a qualidade do ar e da água;
- Não provoca inundações de grandes áreas ;
- Não gera ruídos;
- A vida útil dos equipamentos é longa (30 anos);
- Instalada diretamente no local de consumo, não requer linhas de transmissão;
- Pode ser incorporada á arquitetura;

No ponto de vista de Adam (2001) apud Michael (2001), esquematicamente existem três modos de transformar a energia solar em edifícios;

a) incorporando dispositivos bioclimáticos ao edifício: jardins de inverno e outros para aquecimento e ventilação de ambientes

b) por meio de painéis coletores solares (Figura 30), que aproveitam a radiação solar como fonte de energia térmica, para aquecimento da água;

c) uso do sistema fotovoltaico (Figura 29), que converte energia solar em energia elétrica por meio de painéis de captação, geralmente implantados nas coberturas e telhados dos edifícios. Os módulos fotovoltaicos são compostos por células de silício, que têm a propriedade de produzir eletricidade quando expostas à luz; mesmo em dias nublados, os módulos geram energia.

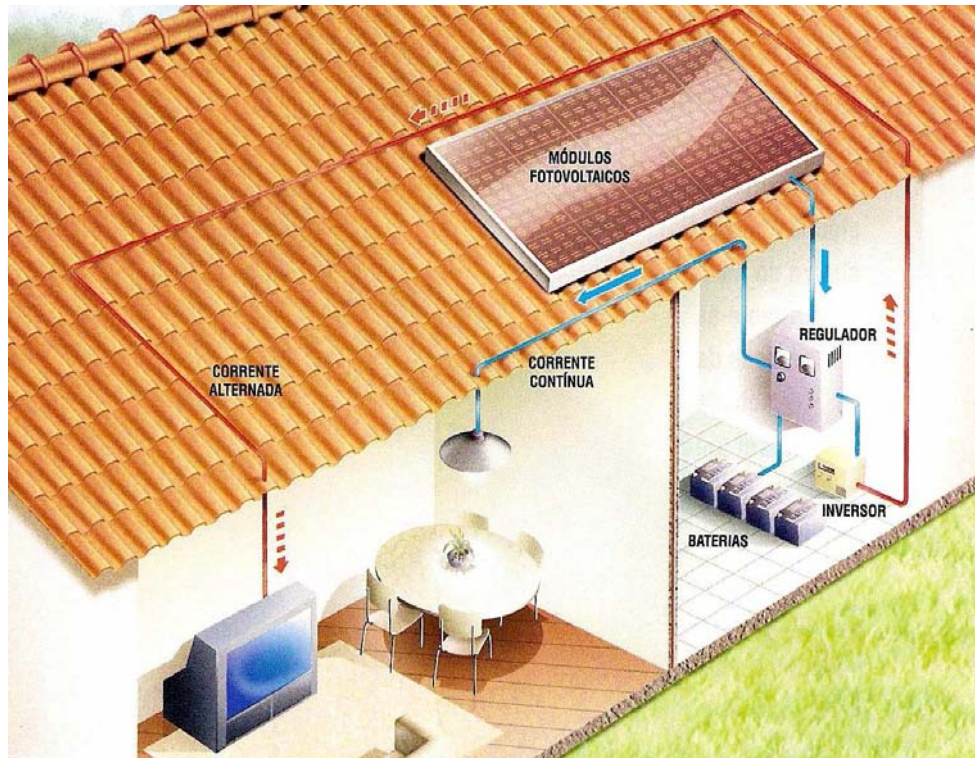


Figura 29: Sistema de energia solar fotovoltaica.

Fonte: Baima (2005), apud. Sala (2006).

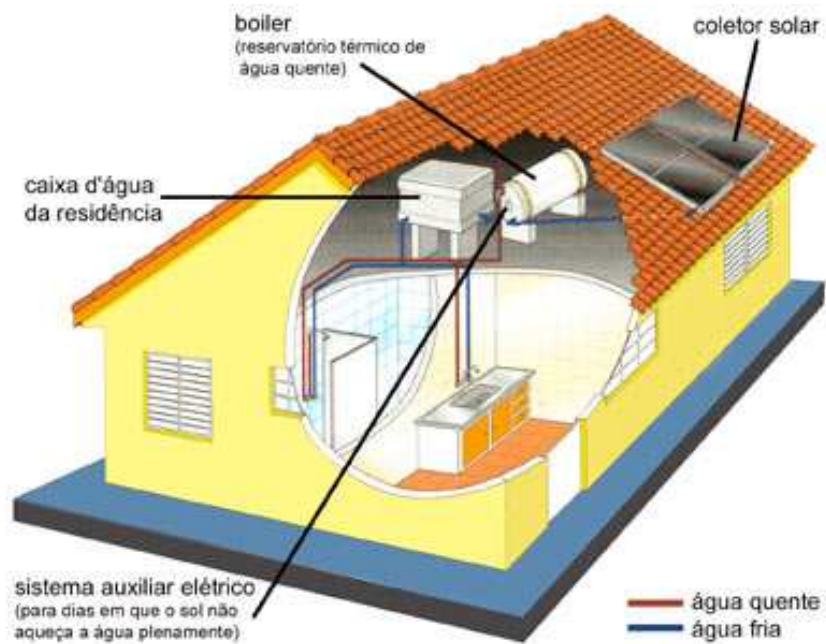


Figura 30: Sistema de energia solar para aquecimento de água.

Fonte: [www.nativaaquecedores.com.br](http://www.nativaaquecedores.com.br)

## **2.5.7 Lixo**

Resíduos sólidos constituem aquilo que genericamente se chama lixo: materiais sólidos considerados inúteis, supérfluos ou perigosos, gerados pela atividade humana e que devem ser descartados. Embora o termo lixo se aplique aos resíduos sólidos em geral, muito do que se considera lixo pode ser reutilizado ou reciclado, desde que os materiais sejam adequadamente tratados. Além de gerar emprego e renda, a reciclagem proporciona uma redução da demanda de matérias-primas e energia, contribuindo também para o aumento da vida útil dos aterros ([www.wikipedia.org/residuossolidos](http://www.wikipedia.org/residuossolidos)).

### **2.5.7.1 Resíduos da Construção Civil**

Os resíduos da construção civil tornaram-se uma preocupação central nas grandes cidades, principalmente devido a sua destinação final. Estima-se que podem ser responsáveis por até 61% dos resíduos, em massa, gerados no ambiente urbano ([www.gr2residuos.com.br](http://www.gr2residuos.com.br)).

A Resolução nº 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, definindo que esses materiais não podem ser enviados aos aterros sanitários. Uma empresa de Santa Maria criou uma alternativa para o problema elaborando uma das primeiras áreas de destinação final de resíduos da construção civil. O local compreende uma área de transbordo e triagem, onde chegam 40 m<sup>3</sup> de material diariamente ([www.gr2residuos.com.br](http://www.gr2residuos.com.br)).

A área de recebimento de resíduos tem o projeto dividido em duas fases. A primeira visa a triagem, separação e disposição correta dos resíduos da construção civil. Na segunda fase, foi montado um sistema de produção de agregados reciclados para que empresas privadas e estatais possam utilizar esse material no desenvolvimento de produtos ([www.gr2residuos.com.br](http://www.gr2residuos.com.br)). Na Figura 31 é possível visualizar um depósito de resíduos da construção civil.



Figura 31: Depósito de Resíduos da Construção Civil.

Fonte: [www.gr2residuos.com.br](http://www.gr2residuos.com.br).

#### **2.5.7.2 Resíduos do Uso da Edificação**

De acordo com Vaz e Cabral (2006), a destinação do lixo é um problema constante em quase todos os municípios, apesar de ser mais "visível" nas grandes cidades. Os municípios se defrontam com a escassez de recursos para investimento na coleta e no processamento do lixo. Os "lixões" continuam sendo o destino da maior parte dos resíduos urbanos produzidos no Brasil, com graves prejuízos ao meio ambiente, à saúde e à qualidade de vida da população. Mesmo nas cidades que implantaram aterros sanitários, o rápido esgotamento de sua vida útil mantém evidente o problema do destino do lixo urbano. A situação exige soluções para a destinação final do lixo no sentido de reduzir o seu volume.

Segundo os autores Vaz e Cabral (2006), a grande solução para o problema encontra-se na reciclagem e coleta seletiva do lixo (Figura 32), pois permitem a redução do volume de lixo para disposição final em aterros e incineradores. O fundamento deste processo é a separação,



pela população, dos materiais recicláveis (papéis, vidros, plásticos e metais) do restante do lixo, que é destinado a aterros ou usinas de compostagem.. A reciclagem destes materiais (papéis, vidros, plásticos e metais), que correspondem a 40% do lixo doméstico - reduz a utilização dos aterros sanitários, prolongando sua vida útil. Se o programa de reciclagem contar, também, com uma usina de compostagem, os benefícios são ainda maiores. Além disso, a reciclagem implica uma redução significativa dos níveis de poluição ambiental e do desperdício de recursos naturais, através da economia de energia e matérias-primas.



Figura 32: Lixeiras para Coleta Seletiva de Lixo.

Fonte: <http://criandoocasos.files.wordpress.com.br>

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificação da Pesquisa**

Esta pesquisa classifica-se como estudo de caso. Quanto ao objeto pode ser definida como uma pesquisa de campo, com observações no local de estudo e de fonte de papel, com pesquisa bibliográfica e documental, e quanto aos procedimentos como uma pesquisa de caráter qualitativo e quantitativo, no que se refere à comparação da tipologia da edificação e dos aspectos sustentáveis apresentados.

#### **3.2 Procedimento de coleta e interpretação dos dados**

Primeiramente foi feita a revisão bibliográfica, para definir o conceito de uma construção sustentável, das tecnologias e materiais sustentáveis disponíveis no mercado e adequados a uma construção de pequeno porte.

Após essa etapa foi definida a edificação residencial para estudo de caso, buscando uma edificação que apresentasse algum diferencial em relação à sustentabilidade, em que fosse permitido o acesso aos projetos e ao canteiro de obras. Foi feito contato com o proprietário da obra, e através dele obtidas algumas informações consideradas relevantes para realização do estudo.

Posteriormente foi feita uma análise do projeto arquitetônico, projetos complementares e memorial descritivo, dos materiais utilizados na obra e as tecnologias sustentáveis incorporadas, além de visitas *in loco* e registros fotográficos. Após análise, foram propostas tecnologias e materiais sustentáveis que poderiam ter sido implantados, além de uma pesquisa

de custos feita com auxílio da internet, e apresentação dos resultados em quadros feitos no Word.

### **3.3 Estudo de Caso**

Como objeto de estudo foi selecionado uma residência unifamiliar localizada em um bairro residencial da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Esta residência estava em fase final de construção e foi escolhida como estudo de caso pelo fato de utilizar algumas tecnologias sustentáveis como cisterna para aproveitamento de água da chuva e sistema de aquecimento solar.

A edificação possui dois pavimentos, com 194,70 m<sup>2</sup> de área construída, sendo 95,14 m<sup>2</sup> no pavimento térreo e 99,56 no pavimento superior. Nos fundos do terreno há um salão de festas, com garagem e lavanderia. As plantas baixas referentes aos dois pavimentos encontram-se em anexo

A residência é constituída pelas seguintes dependências: sala de estar, escritório, lavabo, sala de jantar, cozinha, varanda, 2 dormitórios, sala de televisão, banheiro e suíte do casal.

Nas Figuras 33 e 34 é possível visualizar as imagens em três dimensões feitas durante a fase de concepção de projeto.



Figura 33: Imagem em 3D da fachada frontal da residência.

Fonte: Cedida pelo proprietário



Figura 34: Imagem em 3D da parte posterior da residência unifamiliar.

Fonte: Cedida pelo proprietário.

Apresentam-se a seguir fotos da residência unifamiliar escolhida como estudo de caso:



Figura 35: Fachada Edificação.

Fonte: Foto de própria autoria.



Figura 36: Foto da obra em etapa construtiva.

Fonte: Foto de própria autoria.

## **4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 Esquadrias**

Foram utilizadas esquadrias de madeira de lei de primeira qualidade (Figura 37), conforme descrição do memorial descritivo, sendo que está de acordo com os princípios de sustentabilidade descritos na revisão bibliográfica, sendo legal e certificada.

As esquadrias de madeira são ideais pois se adaptam às condições do clima e são um bom isolador térmico, condizente com o clima da região, o único porém é que deve ser feita manutenção periódica para evitar a substituição da esquadria, tendo que realizar a troca da mesma, pois de acordo com a revisão bibliográfica um dos quesitos a ser avaliado é a durabilidade.



Figura 37: Esquadria de madeira da Edificação Unifamiliar.

Fonte: Foto de própria autoria.

## 4.2 Alvenaria

De acordo com memorial descritivo e registros fotográficos (Figuras 37 e 38), foram utilizados blocos cerâmicos, sendo os de quatro furos para as paredes internas e de 6 furos para as paredes externas. O bloco cerâmico é muito utilizado na cidade, de acordo com informações fornecidas pelo mestre de obras, pois segundo ele, garante alta produtividade e pouco desperdício de material. Além disso, é um padrão construtivo culturalmente inserido na região, pois a mesma possui fabricas que produzem em larga escala o material.





Figura 38: Parede Tijolo Furado Fachada

Fonte: Foto de própria autoria.



Figura 39: Parede Tijolo Furado Fachada oeste

Fonte: Foto de própria autoria

As opções para execução da alvenaria sem a necessidade de queima no processo produtivo são o bloco de concreto e o tijolo de solo cimento. O bloco de concreto, além de ser fabricado em Santa Maria (o que dispensa o transporte de longa distância), possui as características procuradas pelas empresas construtoras da cidade (produtividade, pouco desperdício e resistência) e é modulado, evitando sobras de material e desperdício



A outra opção, o tijolo de solo-cimento, pode ser fabricado no canteiro de obras, com auxílio de uma prensa, pois o solo é arenoso, requisito necessário para produção do tijolo. No Quadro 1 constam os valores por metro quadrado dos tipos de alvenaria (valores referentes ao estado de São Paulo) analisados sem os custo de transporte dos mesmos.

<b>Material</b>	<b>Tijolo solo cimento</b>	<b>Bloco concreto</b>	<b>Tijolo furado (baiano)</b>
Custo final m <sup>2</sup> por parede em reais	56,00 (sem reboco)	88,77 (com reboco e pintura)	91,87 (com reboco e pintura)

**Quadro 2: Comparação de custo entre Tijolo de Solo Cimento, Bloco de Concreto e Tijolo Furado**

Fonte: [www.tijol-eco.com.br](http://www.tijol-eco.com.br)

### 4.3 Telhado

Como a cobertura não é aparente, optaram pela telha de fibrocimento (Figura 40) devido ao baixo custo. Segundo Salvastano e Santos (s/d), a telha de fibrocimento pode ser definida como um material a base de cimento ou de um ligante hidráulico, sem agregados e com fibras de reforço distribuídas discretamente pela matriz, onde normalmente eram usadas fibras de amianto.



Figura 40: Telhado de Fibrocimento

Fonte :Foto do autor

Encontram-se disponíveis no mercado as telhas de fibrocimento feitas com a tecnologia CRFS-Cimento Reforçado com Fio Sintético de PVA (Polivinila Álcool) que substitui totalmente a utilização de amianto na fabricação de telhas e caixas d'água ([www.piniweb.com.br](http://www.piniweb.com.br)).

Levando em conta o fato do proprietário estar em busca de economia na escolha dos materiais em sua obra, as sugestões são as seguintes:

- Uso das telhas de tubo de pasta dente, utilizando assim um material reciclado, que se não fosse utilizado para esse fim estaria aumentando o volume dos lixões e aterros sanitários, mas conforme pesquisa realizada na internet, encontram-se disponíveis na região de São Paulo e Paraná, sendo que não foi possível tomar conhecimento se existem distribuidores no Rio Grande do Sul, e o que isso acarretaria acréscimo no preço final.
- Uso da ecotelha sobre o telhado de fibrocimento, pois sendo o mesmo de 6mm, suporta a carga das telhas, ou diretamente na laje, aumentando o conforto

térmico da edificação, reduzindo o uso de climatiza dores, e haveria uma filtragem natural da água da chuva.

Material	Telha fibrocimento	Telha Tubo de Pasta de Dente	Ecotelha
Custo por chapa (1,00 x 2,20m) em reais	27,00 *	38,00 *	150,00 (o m <sup>2</sup> ) **

**Quadro 3: Comparação de custo entre Telha de Fibrocimento, Telha de Tubo de Pasta de Dente e Ecotelhado**

Fonte:\* <http://santoandre.olx.com.br/telha-reciclada>

\*\* <http://blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente>

#### 4.4 Pavimentação Externa:

Conforme registro fotográfico (Figura 41) foram utilizadas pedras naturais, que custaram, segundo o proprietário, em torno de 30 reais o metro quadrado, sem instalação. Poderia ter sido usado o pisograma na entrada de veículos e no restante o pavimento intertravado equivale ao valor da pedra natural e apresenta um bom índice de permeabilidade.



Figura 41: Pavimentação Externa com Pedras Naturais

Fonte: Foto de própria autoria

Material	Pedra Natural	Pavimento Intertravado
Custo por m <sup>2</sup> em reais	30,00	24,70*

**Quadro 4: Comparação de custo entre Pedra Natural e Pavimento Intertravado**

Fonte: \*Corujão Pré-Moldados.

Obs.: O valor da pedra não inclui mão de obra e demais materiais necessários, e o bloco intertravado refere-se ao bloco holandês, que segundo fabricante suporta trafego leve, e tem os seguintes valores complementares: 12,00 reais a instalação(m<sup>2</sup>), além do pó de pedra .

#### 4.5 Água

Foram utilizados aparelhos hidráulicos tradicionais, pois sendo uma edificação unifamiliar, o controle sobre o gasto de água pode ser maior e relativo a conscientização dos moradores. Poderiam ter sido implantadas torneiras hidromecânicas, de fechamento automático com arejador e regulador de vazão, que custa em torno de 100 reais, equivalente ao preço da torneiras tradicionais ([www.stj.jus.br/webstj/adm/Compras](http://www.stj.jus.br/webstj/adm/Compras), 2009).

A torneira com sensor de presença é uma opção de valor maior, pois custa em média 400 reais, sendo mais viável para utilização em grandes edificações onde o consumo de água é maior, como escolas, shopping center, academias ([www.casa.abril.com.br](http://www.casa.abril.com.br), 2009). Foram utilizadas válvulas de descarga e não caixa acoplada salienta-se que estão disponíveis no mercado modelos de válvulas com opção de dois jatos de água.

Na obra em questão pela utilização de captação de água da chuva, com o uso de cisterna, e segundo o proprietário foram necessárias duas caixas d'água de 2000 litros cada uma, e o custo total de 910,00 reais, sendo que uma fica no solo para captação água da chuva que cai do telhado e a outra caixa fica na cobertura. Da cisterna a água sobe para o reservatório com o auxílio de uma Bomba (80,00 reais), sendo que o valor da mão- de obra para instalação da cisterna está incluso no valor cobrado para construção da obra.

Ainda, após abertura no solo para colocação da caixa d'água, foi necessário erguer alvenaria torno da caixa para proteger a mesma, utilizando aproximadamente uns 300 tijolos maciços. A tampa da caixa foi substituída por pré-laje e somente ficou um espaço de 50 cm x 50 cm para possível manutenção e limpeza (Figura 42), esse espaço foi fechado c/ uma tampa cônica de ferro.



Figura 42: Abertura Cisterna.

Fonte: Foto de própria autoria..

Foi colocada uma camada de terra e leivas de gramas escondendo totalmente a cisterna (Figura 43). A caixa d'água que fica na parte superior abastece as válvulas sanitárias e torneira de jardim, caso falte água reservada, haverá um abastecimento através da caixa que recebe água potável da CORSAN. Os custos com joelho, tubos e curvas para captação de água e envio para o reservatório ficaram orçados em 500 reais. O gasto total para implantação do sistema, excluindo a mão de obra, foi de 1490,00 reais.



Figura 43: Vista parcial do terreno e localização da cisterna.

Fonte: Foto de própria autoria.

#### 4.6 Energia

Não foram instalados dispositivos de controle, mas foram utilizadas lâmpadas fluorescentes e é indicado o controle para não deixar lâmpadas acesas em ambientes que não estão sendo utilizados. Foram implantados painéis coletores solares, que aproveitam a radiação solar como fonte de energia térmica, para o aquecimento de água, economizando assim energia. O sistema, segundo dados do proprietário, custou em torno de 7000,00 reais.

#### 4.7 Lixo

Não foi implantado sistema de coleta seletiva na residência, mas é uma sugestão, pois o custo é baixo, já que depende apenas de reservatórios para classificação (lixeiras) e do comprometimento dos moradores. Os resíduos da obra foram encaminhados a uma empresa do setor, de Santa Maria, que possui uma área de transbordo e triagem.

#### 4.8 Síntese dos Resultados

O Quadro 4 apresenta os itens analisados que caracterizam uma edificação sustentável e os materiais e tecnologias convencionais e sustentáveis implantados na residência estudo de caso.

<b>Itens Analisados</b>	<b>Tecnologias e Materiais Sustentáveis</b>	<b>Tecnologias e Materiais Implantados na Edificação</b>
<b>Esquadria</b>	Esquadrias de Madeira Certificada	Esquadrias de Madeira Certificada
<b>Alvenaria</b>	Blocos de Concreto ou Solo Cimento	Blocos Cerâmicos
<b>Telhado</b>	Telha de Tubo de Pasta de Dente ou Ecotelha	Telha de Fibrocimento
<b>Pavimentação Externa</b>	Pisograma e Pavimento Intertravado	Piso de Pedra Natural
<b>Água</b>	Cisterna, Torneira Hidromecânica, válvula de descarga com acionamento duplo	Cisterna
<b>Energia</b>	Lâmpadas econômicas, captação de energia solar (para aquecimento de água)	Lâmpadas econômicas, captação de energia solar (para aquecimento de água)
<b>Lixo</b>	Destinação adequada dos resíduos da construção civil, coleta seletiva do lixo da residência	Destinação adequada dos resíduos da construção civil

**Quadro 5: Síntese dos Resultados**

O Quadro 5 apresenta os custos pesquisados para os itens alvenaria, telhado pavimentação externa, água e energia.

<b>Itens Analisados</b>	<b>Custo Tecnologias e Materiais Sustentáveis (em reais)</b>	<b>Custos Tecnologias e Materiais Implantados na Edificação (em reais)</b>
<b>Alvenaria *</b>	Bloco de Concreto (m2): 88,77 (com reboco e pintura) Tijolo Solo-cimento (m2): 56,00 (sem reboco)	Tijolo cerâmico furado: 91,87 (com reboco e pintura)
<b>Telhado**</b>	Telha Tubo de Pasta de Dente (unid.): 38,00 Ecotelha (m2): 150,00	Telha de Fibrocimento (unid.): 27,00
<b>Pavimentação Externa ***</b>	Pavimento Intertravado (m2, sem instalação): 24,70	Pedra Natural (m2, sem instalação): 30,00
<b>Água ****</b>	Cisterna (sem mão-de-obra): 1490,00 Torneira Hidromecânica: 100,00	Cisterna (sem mão-de-obra): 1490,00
<b>Energia</b>	Captação energia solar para aquecimento de água: 7000,00	Captação energia solar para aquecimento de água: 7000,00

**Quadro 6: Custos Das Tecnologias e Materiais Sustentáveis e dos Materiais e Sistemas Implantados na Edificação.**

Fonte: \* [www.tijol-eco.com.br](http://www.tijol-eco.com.br)

\*\*[santoandre.olx.com.br/telha-reciclada](http://santoandre.olx.com.br/telha-reciclada), [blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente](http://blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente)

\*\*\* [Corujão Pré-Moldados](#)

\*\*\*\* [www.stj.jus.br/webstj/adm/Compras](http://www.stj.jus.br/webstj/adm/Compras)



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da revisão bibliográfica, foi possível verificar que o tema desenvolvido neste trabalho possui características bastante abrangentes. Sua aplicação é influenciada por um grande número de fatores, pois há uma variação de custos se comparados aos sistemas convencionais.

O fator de decisão, no entanto, depende do que o proprietário da obra quer atingir e quais os seus interesses (ambientais ou econômicos). Se o interesse for somente econômico, a opção será por sistemas que reduzem seus gastos com energia e consumo de água, ou pelo material de boa qualidade, mas com custo inferior ao tradicional. As tecnologias sustentáveis nesse caso, não apresentam custo elevado, se comparado a relação custo-benefício, já que a economia de água e energia é significativa, gerando retorno financeiro ao longo do tempo na utilização do imóvel.

Se o interesse visar a questão da sustentabilidade, poderá também fazer escolhas como o pavimento intertravado, os blocos de concreto, a ecotelha ou a telha de tubo de pasta de dente. Esses materiais não garantem a economia, mas sim outros benefícios, como conforto térmico, permeabilidade, maior área verde, ou seja, maior qualidade ambiental.

É possível concluir que os custos mais significativos são dos sistemas de captação de água da chuva, do aquecimento de água e do ecotelhado, sendo que o proprietário da residência escolhida optou pelos dois primeiros. Como fez escolhas que apresentam um custo mais elevado, poderia ter optado também pela implantação de outras que não modificariam significativamente seu orçamento.

O setor da construção civil vem se adaptando a necessidade de projetar visando um ambiente mais saudável, incluindo algumas tecnologias sustentáveis nos projetos. Ainda falta da parte dos profissionais do setor, propostas que substituam materiais e técnicas tradicionais por novas tecnologias. Entende-se também que a utilização de incentivo fiscal pode ser um mecanismo favorável para a progressiva substituição da forma tradicional do processo

construtivo por sistemas inteligentes, que contribuam positivamente para melhor qualidade de vida.

### **5.1 Sugestão para trabalhos futuros:**

Com o objetivo de aprofundar e dar continuidade a este trabalho sugere-se:

- Realizar uma análise de custos, através de um orçamento comparativo completo de ambos os sistemas: “convencional” e sustentável.
- Analisar a relação custo benefício (tempo de retorno) de um empreendimento sustentável.

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ABREU, C., Como ser sustentável?** Disponível em: <<http://www.atitudessustentaveis.com.br/sustentabilidade/como-ser-sustentavel>> Acesso em: 27/04/2009.

**Água da Chuva.** Disponível em: < [www.radames.manosso.nom.br/ambiental](http://www.radames.manosso.nom.br/ambiental) >. Acesso em: 05/11/2009.

**Água Potável.** Disponível em: <[http://www.webciencia.com/21\\_agua](http://www.webciencia.com/21_agua)>. Acesso em: 08/11/2009.

**Aplicação de Ecotelha.** Disponível em: <[www.desingatento.com/ecotelhado](http://www.desingatento.com/ecotelhado) >. Acesso em: 09/05/2009.

**ARAÚJO, M. A., A moderna construção sustentável.** Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/artigos1.asp>> Acesso em: 27/04/2009.

**Arquitetura Sustentável.** Disponível em: <[www.criarquiteturasustentavel.com.br](http://www.criarquiteturasustentavel.com.br)>. Acesso em: 30/10/2009.

**Bacias Sanitárias e Torneiras.** Disponível em : <[www.deca.com.br](http://www.deca.com.br) >. Acesso em :09/11/2009.

**Bacia descarga acionamento duplo.** Disponível em: <[www.akatu.com.br](http://www.akatu.com.br) >. Acesso em: 10/11/2009.

**Bloco de Concreto.** Disponível em : < [www.fazfacil.com.br](http://www.fazfacil.com.br)>. Acesso em: 30/10/2009.

**Blocos de Concreto.** Disponível em : < [www.modulo1.com.br](http://www.modulo1.com.br) >. Acesso em: 30/10/2009.

**Captação de água da chuva.** Disponível em:< [www.radames.manosso.nom.br](http://www.radames.manosso.nom.br)>. Acesso em: 08/11/2009.

CASTRO, A. S., GOLDENFUM, J. A., **Uso de Telhados Verdes no Controle Qualitativo Quantitativo do Escoamento Superficial Urbano.** In: VIII Encontro Nacional de Águas Urbanas. - Rio de Janeiro, 2008.

**Certificação AQUA.** Disponível em : < <http://planetasustentavel.abril.com.br>>.  
Acesso em: 05/11/2009.

**Certificação LEED.** Disponível em: < <http://www.gbcbrazil.org.br>>.  
Acesso em: 05/11/2009.

**Cobertura de Ecotelha.** Disponível em: <<http://blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente>>. Acesso em: 10/11/2009.

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.

COSTA, D., WENZEL, M., **Por mais prédios verdes.** Revista Arquitetura e Construção. São Paulo, Ano 23, n.11, p.117-118, nov./2007.

**Damale Telhas.** Disponível em: <[www.damale.com.br/telhas](http://www.damale.com.br/telhas)>. Acesso em: 19/10/2009.

**Economia de Energia.** Disponível em: < [www.ecoconsciente.com.br](http://www.ecoconsciente.com.br)> . Acesso em: 10/11/2009.

**Ecotelha.** Disponível em: <<http://bugalhos.blogspot>>. Acesso em: 30/10/2009.

**Ecotelhado.** Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br>>. Acesso em: 06/05/2009.

**Energia.** Disponível em: < <http://dicionariobabylon.com>>. Acesso em: 10/11/2009.

**Esquadrias.** Disponível em: <[www.flexeventos.com.br](http://www.flexeventos.com.br)>. Acesso em: 30/10/2009.

**Esquadrias de Alumínio.** Disponível em: < [www.abal.com.br](http://www.abal.com.br)>. Acesso em: 20/10/2009.

**Esquadrias de PVC.** Disponível em: < <http://jcesquadrias.com.br>>. Acesso em: 20/10/2009.

GUSTAVSEN, D., **20 anos de Sustentabilidade**. Revista Arquitetura e construção. São Paulo, Ano 23, n.9, p.114-117, set./2007.

GONÇALVES, J. C. S., DUARTE, D. H. S., **Arquitetura Sustentável: Uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Disponível em: < [www.antac.org.br](http://www.antac.org.br) >. Acesso em: 10/05/2009.

**Lixeiras para coleta seletiva de lixo**. Disponível em: <<http://criandoocasos.files.wordpress.com.br> >. Acesso em: 05/11/2009.

**Lixo**. Disponível em:< [www.wikipedia.org/residuossolidos](http://www.wikipedia.org/residuossolidos) >. Acesso em: 05/11/2009.

**Manual Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil**. Disponível em: <[www.sindusconsp.com.br](http://www.sindusconsp.com.br)>. Acesso em 20/10/2009.

MATTOS, M. L., **Faça a sua parte!** Revista Casa e Construção. São Paulo, n.37, p.60-63, (s/d).

MICHAEL, R., **O Conceito de Sustentabilidade Aplicado a uma Edificação na Cidade de Ijuí-RS**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2001.

MORAES, M., **À Luz do Sol**. Revista Arquitetura e construção. São Paulo, Ano 23, n.9, p.143, set./2007.

**Pavimento de concreto**. Disponível em: < <http://www.originalblocos.com.br> >. Acesso em: 14/09/2009.

PEDIGRER, P. W., **Avaliação do Grau de Sustentabilidade de um Condomínio Residencial- Estudo de Caso**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

**Pisograma**. Disponível em: <[www.tecpavi.com.br](http://www.tecpavi.com.br) >. Acesso em: 05/11/2009.

**Placas de Pisograma**. Disponível em: < <http://www.paviconpisos.com.br> >. Acesso em: 05/11/2009.

**Protocolo de Kioto**. Disponível em: <[http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/2001-efeito\\_estufa-protocolo\\_de\\_kyoto.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/2001-efeito_estufa-protocolo_de_kyoto.shtml)>. Acesso em: 19/05/2009.

**Reservas Hídricas.** Disponível em: <<http://www.amigodaagua.com.br>>. Acesso em: 10/11/2009.

**Resíduos da Construção Civil.** Disponível em: < [www.gr2residuos.com.br](http://www.gr2residuos.com.br) >. Acesso em: 09/11/2009.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários.** 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

**Sustentabilidade.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade>>. Acesso em: 27/04/2009.

**Telha cerâmica.** Disponível em: <[www.hinkel.org.br/hhtelhas](http://www.hinkel.org.br/hhtelhas) >. Acesso em: 10/10/2009.

**Telhado de Tubo de Pasta de Dente.** Disponível em: <[www.condominioeetc.com.br](http://www.condominioeetc.com.br)>. Acesso em : 05/11/2009.

**Telha de Tubo de Creme Dental.** Disponível em: <[www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br) >. Acesso em:19/10/2009.

**Tijolo Ecológico.** Disponível em: <[www.construvan.com.br](http://www.construvan.com.br), 2009>.

Acesso em: 05/11/2009.

**Tijolos Ecológicos.** Disponível em: <( <http://www.tijol-eco.com.br>,2009)>. Acesso em: 05/11/2009.

TIRABOSCHI, J., **O Novíssimo Manual Verde.** Revista Galileu.São Paulo, n. 188, p.56-63, março 2007.

VAZ, J. C., CABRAL, C.C., **Coleta Seletiva e Reciclagem do Lixo.** Disponível em: < [www.pt-pr.org.br](http://www.pt-pr.org.br)>. Acesso em: 11/11/2009.

## ANEXOS

MEMORIAL DESCRITIVO

**1. GENERALIDADES**

- 1.1. PROPRIETÁRIO: Moacir Mânica
- 1.2. OBRA: Edificação residencial unifamiliar
- 1.3. LOCAL: Corredor de Servidão à 49,60mts do eixo da Rua Orlando Fração – Santa Maria/ RS.
- 1.4. PROJETO: Trata-se de uma edificação unifamiliar com dois pavimentos.
- 1.4. ÁREA CONSTRUÍDA: 210,47m<sup>2</sup>.



Prefeitura Municipal de Santa Maria  
Escritório da Cidade

**APROVADO**

**2. OBJETIVO**

- 2.1. O presente documento tem por finalidade estabelecer os critérios de execução da obra, assim como discriminar os materiais a serem empregados na sua construção.

24 OUT. 2008

Juliano NETO  
ARQUITETO  
RUA VISCONDE DE PELotas, 1545 - SANTA MARIA, RS

**3. INSTALAÇÃO DA OBRA**

- 3.1. INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS: Deverá ser executado tapume e galpão de obra para guarda de materiais e ferramentas. Também deverá ser executado um vestiário, com sanitário em anexo para os funcionários, em dimensões compatíveis com as necessidades.
- 3.2. PREPARO DO TERRENO: O terreno sofrerá aterramento e escavação de forma a obedecer aos níveis indicados em planta. Deverá ser procedida uma periódica remoção de todo o entulho e detritos que venham a se acumular no terreno, desde o início até a conclusão da obra.
- 3.3. LOCAÇÃO: As obras e serviços serão locados e demarcados com todo o rigor, de conformidade com as plantas fornecidas.
  - As medidas de plantas devem ser conferidas no local para eventuais compensações. Todos os esquadros e ângulos deverão ser







concebidos e as medidas reais dos tijolos, as paredes externas, e as paredes internas serão locadas pelas faces externas, e as paredes internas pelas suas medidas cotadas em planta.

- Será procedida periódica remoção de todo o entulho e detritos que se venham acumular no terreno desde o início até o final da obra.

#### 4. FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS

4.1 GENERALIDADES: Serão em concreto armado, obedecendo-se às normas da ABNT, observando-se rigorosamente as dimensões das peças, bitolas e colocação dos ferros, resistência mínima do concreto e demais elementos fornecidos pelo projeto estrutural.

FISCALIZAÇÃO: Antes de qualquer etapa de concretagem, deverá ser solicitada a presença da fiscalização da obra para a completa verificação das formas e ferragens respectivas. Somente após, então, será autorizado o início dos serviços.

4.2. ACABAMENTO: As formas das lajes deverão ter o máximo de esmero na sua execução.

#### 5. IMPERMEABILIZAÇÃO

5.1. FUNDAÇÕES: Todas as vigas de fundação terão seus respaldos ásperos, desempenados e impermeabilizados com 03 demãos de pintura à base de betume, seguindo-se com rigor as recomendações dos fabricantes quanto ao tipo de técnica para tal.

5.2. CONTRAPISOS: Em todo o concreto para o contra-piso deverá ser adicionado aditivo impermeabilizante na sua composição.

#### 6. INSTALAÇÕES

6.1. As instalações elétricas, hidrossanitárias e especiais obedecerão às especificações que acompanhem os respectivos projetos. Os trabalhos deverão ser executados por pessoal competente e especializado.

6.2. A residência terá sistema de aquecimento de água solar.



arquitetura para toda a vida

Rua Visconde de Pelotas, nº 1545, Santa Maria/RS  
Fone 55 3223-2480 | www.arqconjunta.com.br

**7. ALVENARIAS**

- 7.1. GENERALIDADES: Todas as alvenarias seguirão as medidas do projeto arquitetônico. As espessuras indicadas, referem-se às paredes revestidas. Os tijolos devem ser de 1ª qualidade, perfeitamente queimados, som metálico quando percutidos, sendo previamente molhados antes do assentamento.
- 7.2. PAREDES: Serão executadas com blocos cerâmicos de "4 furos" para as paredes internas, e de "6 furos" para as paredes externas.
- 7.3. ASSENTAMENTO: O assentamento será com uma parte de cimento adicionado na hora do uso para oito partes de areia e plastificante.

**8. COBERTURA**

- 8.1. ESTRUTURA: Será executada em madeira, cuja armação deverá ser fixada na estrutura da edificação, através de parafusos, espera de ferro de construção ou dispositivo similar. O madeiramento será executado obedecendo à técnica da fiscalização, e será em madeira de pinho de primeira qualidade.
- 8.2. COBERTURA: Será executada com telhas de fibro-cimento.

**9. REVESTIMENTOS INTERNO**

- 9.1. GENERALIDADES: As superfícies que não receberem revestimento cerâmico ou pétreo serão chapiscadas, emboçadas e rebocadas. O emboço terá a finalidade de regularizar as diferenças nas superfícies dos tijolos, impermeabilizar primariamente e servir de elemento de fixação do guarnecimento.
- As paredes deverão ser convenientemente limpas e preparadas para receber chapisco. O emboço de cada plano de parede somente será iniciado após o endurecimento do chapisco. O chapisco será aplicado após o endurecimento das argamassas de assentamento dos tijolos, e depois de embutidas todas as canalizações que por ela devem passar. A espessura do emboço não ultrapassará 2,50cm, em qualquer local.





O guarnecimento deverá ser executado depois do assentamento de peitoris e marcos e antes da colocação dos rodapés.

- As superfícies das paredes serão convenientemente molhadas antes do início dos revestimentos.
- A toda argamassa comum de revestimento externo de paredes voltadas para o Sul, será adicionado impermeabilizante.
- Todas as alvenarias que não receberem revestimento pétreo ou cerâmico receberão acabamento com massa fina e massa corrida.

#### 9.2. GUARNECIMENTO COM PEÇAS CERÂMICAS:

As peças serão colocadas sobre a parede previamente molhada, sobre uma camada não inferior a 1cm de argamassa, deverá haver o cuidado para que a argamassa de assentamento preencha completamente o espaço entre o azulejo e a parede. As fiadas ficarão rigorosamente em nível, com juntas retas e espessura uniforme conforme indicação do fabricante, sendo posteriormente rejuntadas. Receberão essas peças banheiros e copas.

9.3 As paredes da cozinha e da área de serviço serão revestidas com azulejo somente nas áreas úmidas, as demais paredes serão pintadas com tinta epóxi. AOS banheiros terão revestimento cerâmico até o teto. A churrasqueira e o lavabo terão 2 camadas de azulejo somente sobre as pias, o restante das paredes receberão como acabamento pintura com tinta acrílica.

#### 10. REVESTIMENTO EXTERNO

- 10.1. As paredes em alvenaria aparente deverão receber resina impermeabilizante incolor.
- 10.2. As demais paredes serão emboçadas, rebocadas e pintadas com tinta acrílica.



arquitetura para toda a vida

Rua Visconde de Pelotas, nº 1545, Santa Maria/RS  
Fone 55 3223-2480 | www.arqconjunta.com.br

*Handwritten signatures and initials in blue ink.*





**10. ESQUADRIAS**

**11. GENERALIDADES:** Deverão ser executadas conforme projeto arquitetônico. Serão previamente testadas com relação a estanqueidade e protegidas provisoriamente, até a conclusão da obra.

**11.1. ESQUADRIAS DE MADEIRA:** Serão recusadas as que apresentarem sinais de empenamento, deslocamento, rachaduras e outros defeitos.

As portas internas, conforme legenda e dimensões de projeto, serão de madeira chapeada, semi-ocas envernizadas. Os marcos serão em madeira de lei de primeira qualidade, com 70 mm de espessura com rebaixo para a folha da porta de 10 mm, devidamente fixado na alvenaria. Todos os pontos possuirão guarnição em madeira de lei de primeira qualidade, adequadas aos revestimentos das paredes. Todas as portas e janelas externas serão de madeira com acabamento com tinta esmalte. Todas as portas internas serão de madeira com acabamento de verniz ou esmalte.

**11.2. FERRAGENS:** A localização das ferragens nas esquadrias será medida com precisão, de modo a serem evitadas diferenças de posição ou diferenças de níveis perceptíveis à vista, salvo indicações em contrário. As fechaduras das portas serão colocadas a 1,00m do piso pronto. As dobradiças serão proporcionais ao peso das esquadrias, sendo o mínimo de três por porta. As portas externas, com fechaduras cilíndricas, serão providas de dispositivos que permitam movimentar a maçaneta com a chave. A definição do modelo será feita "à posteriori".

**11.4 GUARNIÇÕES:** Serão de madeira, com espessura de 7cm, acabamento com pintura esmalte ou verniz.

**12. VIDROS**

**12.1. GENERALIDADES:** Os vidros serão de 1ª qualidade, livre de bolhas, trincas, ou quaisquer outros defeitos de fabricação. Deverão ser colocados por pessoal especializado, seguindo as normas brasileiras condizentes.



arquitetura para toda a vida ● ● ●

Rua Visconde de Pelotas, nº 1545, Santa Maria/RS  
Fone 55 3223-2480 | www.arqconjunta.com.br



*M*



- 12.2. VIDROS: Serão utilizados vidros lisos, tipo transparente, em todas as esquadrias, com a espessura indicada pelo fabricante, exceto nos sanitários onde serão utilizados vidros mini boreal.

### **13. PAVIMENTAÇÕES**

- 13.1. Os pisos pavimentados terão no mínimo 8cm, sendo perfeitamente nivelados e contínuos, de modo a cobrir inteiramente a superfície definida em cada peça. Serão executados após a colocação das canalizações subterrâneas e/ou de contrapiso, com o atendimento do item 3.5. no que se refere ao aterro. O traço será de 1:3:5 (cimento:brita:areia), devidamente vibrado e impermeabilizado.

### **14. PAVIMENTAÇÕES INTERNAS**

- 14.1. CERÂMICO: Todo pavimento inferior, banheiros, cozinha e lavabo.  
 14.2. LAMINADO DE MADEIRA: Pavimento superior, exceto os banheiros e sacadas.  
 14.3. TÁBUA DE MADEIRA: Escada.  
 14.4. BASALTO REGULAR ou pedra similar: Pavimentações externas e garagem.

### **15. PINTURA**

- 15.1 Os serviços serão executados por profissionais de comprovada competência. As superfícies a pintar serão cuidadosamente limpas e preparadas para o tipo de pintura a que se destinam e rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante. As superfícies só poderão ser pintadas quando perfeitamente secas.  
 15.2 Todas as paredes rebocadas receberão duas demãos de selador branco.  
 15.3 Todas as alvenarias internas e elementos estruturais serão pintados com tinta acrílica fosca.  
 15.4 Todos os forros serão pintados com tinta PVA.  
 15.5 Todas as superfícies externas que forem rebocadas receberão pintura com tinta acrílica para superfícies externas.  
 15.6 Elementos metálicos receberão pintura com esmalte sintético.



arquitetura para toda a vida ● ● ●

Rua Visconde de Pelotas, nº 1545, Santa Maria/RS  
 Fone 55 3223-2480 | www.argconjunta.com.br

# ARQCONJUNTA

arquitetura

## 16 DIVERSOS

- 16.1 DESTINO DO ESGOTO CLOACAL: Será destinado à rede pública de esgoto cloacal.
- 16.2 CORRIMÃOS: Serão de madeira com acabamento em verniz.
- 16.3 PEITORIS: Basalto polido.
- 16.4 FORROS: Está previsto trabalho de forro em gesso em determinados ambientes conforme projeto específico que será desenvolvido no decorrer da execução da obra.
- 16.5 ENTREGA DA OBRA: A obra deverá ser entregue limpa, livre de entulhos e restos de materiais, com instalações e esquadrias testadas e funcionando perfeitamente. Por último, com o respectivo "Habite-se" da Prefeitura Municipal de Santa Maria.

Prefeitura Municipal de Santa Maria  
Escritório da Cidade

**APROVADO**

24 OUT. 2008

Santa Maria, .....

*[Assinatura]*  
JULIO SILVA NETO  
ARQUITETO  
Matrícula: 7806

Santa Maria, 143 de julho de 2008.

*[Assinatura]*  
Moacir Mânica

*[Assinatura]*  
Arquiteta Tércia Regina Kapp – CREA: 43.513

*[Assinatura]*  
Arquiteta Nívia B. da Costa – CREA: 42.968

Prefeitura Municipal de Santa Maria  
Escritório da Cidade

**LICENCIADO**

Santa Maria, 12 NOV. 2008

*[Assinatura]*  
Rafael Escobar de Oliveira  
ARQUITETO E URBANISTA  
CREA/RS: 311.903  
Matrícula: 13.019

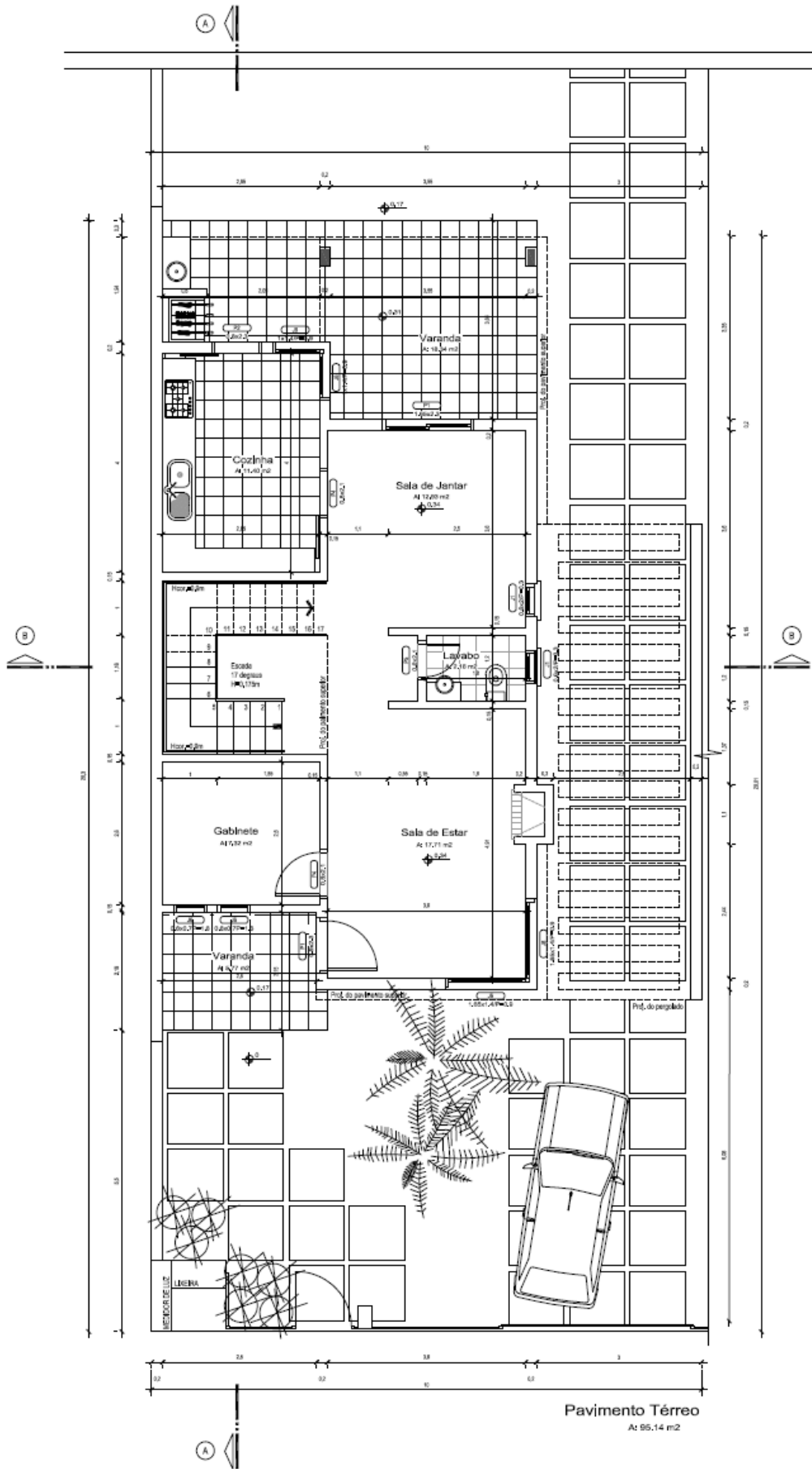
PMSM EC  
25 AGO. 2008  
IAAN  
EXPEDIÇÃO

ARQCONJUNTA  
**25** anos

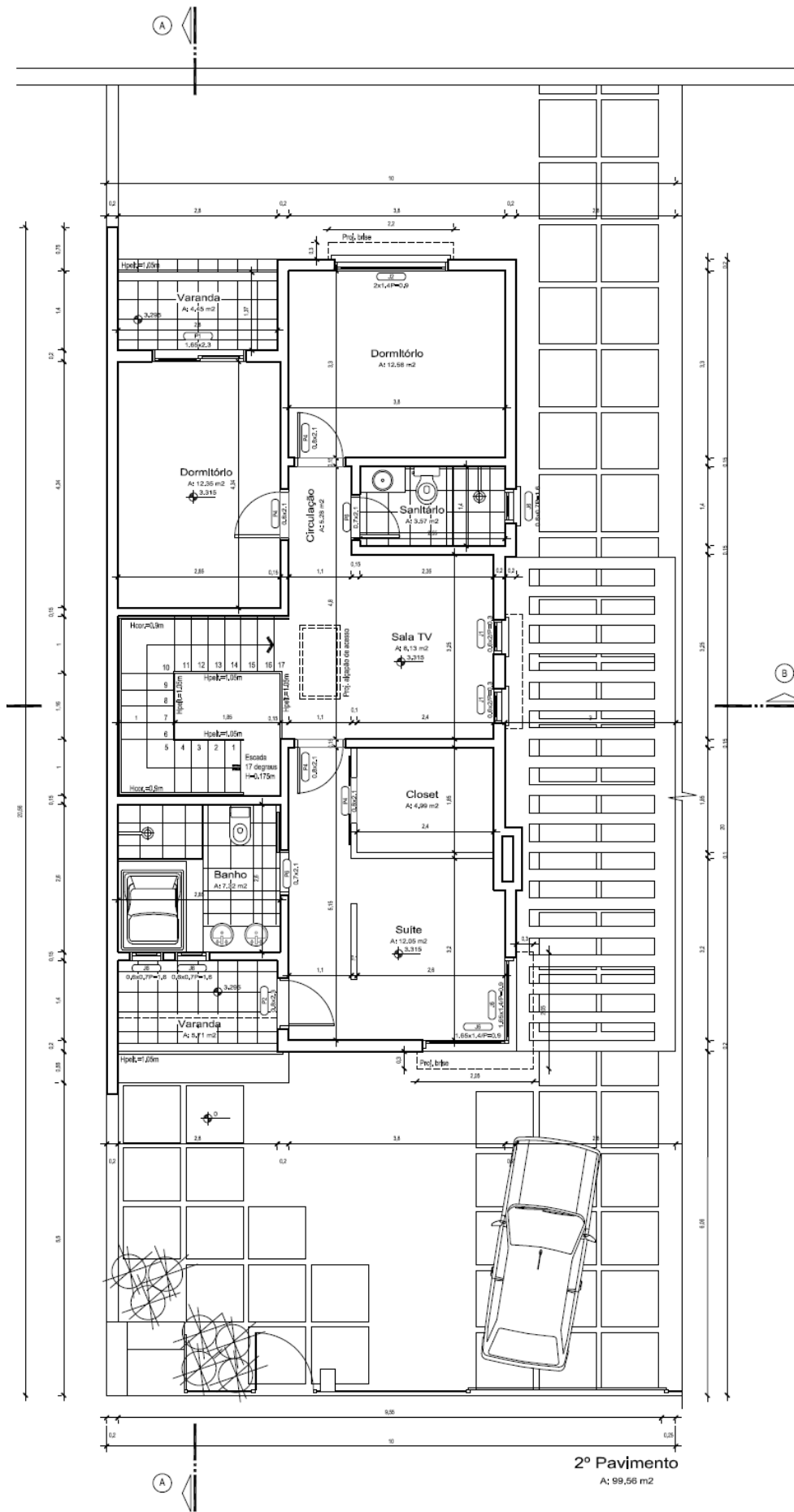
arquitetura para toda a vida

Rua Visconde de Pelotas, nº 1545, Santa Maria/RS  
Fone 55 3223-2480 | www.arqconjunta.com.br

## PLANTA BAIXA PAVIMENTO TERREO E SUPERIOR







2º Pavimento  
A: 99,56 m<sup>2</sup>

liar -