

## 28 - A importância da Arquitetura Sustentável na redução do impacto ambiental

**SOLANO, Rosana B. Picoral**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

e-mail: rosana@picoralsolano.com.br

### Resumo

O trabalho apresenta um Estudo de caso analisando um projeto de habitação coletiva de porte médio, onde foram aplicados os conceitos de sustentabilidade visando avaliar o resultado no impacto ambiental e preservação dos recursos naturais. A proposta é demonstrar que a partir de conceitos de arquitetura bioclimática e de sustentabilidade ambiental aplicado a projetos imobiliários pode-se reduzir significativamente a emissão de gás carbônico; o consumo de energia elétrica; o consumo de bens naturais, como água, petróleo, areia, minério de ferro, carvão e outros; o volume de resíduos sólidos e líquidos; a necessidade de transporte; o nível de poluição do ar e dos cursos d'água.

**Método de pesquisa/Abordagens:** Análise do sítio da envoltória do empreendimento; Pesquisa dos indicadores da qualidade em sustentabilidade de edificações residenciais; Avaliação das possibilidades sustentáveis do empreendimento quanto à iluminação, consumo de água e de energia, permeabilidade do solo, aumento da biodiversidade local, cargas ambientais, materiais de construção, educação para a sustentabilidade, controle dos resíduos sólidos na etapa da construção e de uso, treinamento dos operários para a sustentabilidade ambiental e fornecedores; Comparação das avaliações do empreendimento com os indicadores conhecidos. **Resultados:** Mostra-se que com as medidas pró-ativas de projeto e planejamento do empreendimento foi possível uma economia anual de mais de 6.961.700 l/ano de litros de água potável por ano, redução de consumo de energia elétrica com ar condicionado, chuveiro e iluminação estimada em 10.000 kWh/mês, além do aumento da permeabilidade do terreno em relação à obrigação legal, aumento do conforto térmico pela utilização do telhado verde, aumento da biodiversidade do local e o reaproveitamento e/ou redução dos resíduos sólidos da obra.. **Contribuições/Originalidade:** Pesquisar não o custo financeiro, mas o ganho ambiental quando os princípios da sustentabilidade são aplicados em um empreendimento imobiliário.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade em edificações. Edifício sustentável. Gestão de edificações.

### ABSTRACT

**Proposal:** *This paper presents a case study of analyzing a project of collective housing, midsize, which were applied the concepts of sustainability aiming to assess the environmental impact and result in the preservation of natural resources. The proposal is to demonstrate that from concepts of bioclimatic architecture and environmental sustainability applied to real estate projects can be reduced significantly: the emission of carbon dioxide, the consumption of electric energy, the consumption of natural assets, such as water, oil, sand, iron ore, coal and other, the volume of solid and liquid waste,*

the need for transportation, the level of pollution of air and water courses. **Method of research / approaches:** Examination of the site of envoltória of the venture; Search of the indicators of quality, sustainability of residential buildings; assessment of the possibilities of sustainable enterprise on the lighting, consumption of water and energy, soil permeability, increased local biodiversity, loads environmental, building materials, education for sustainability, control of solid waste in the stage of construction and use, training of workers to environmental sustainability and suppliers; Comparison of the assessments of the venture with the indicators known. **Results:** It is shown that with the pro-active measures of design and planning of the venture was possible, an annual saving of more than 6,961,700 l / year of litres of drinking water per year, reducing the consumption of electricity with air conditioning, shower and lighting estimated in 10,000 kWh per month, besides increasing the permeability of the land in relation to legal obligation, increasing the thermal comfort by using the green roof, increasing the biodiversity of the site and reuse and / or reduction of solid waste the work. . **Contributions / Originality:** Search not the financial cost, but the gain when the principles of environmental sustainability are applied in a real estate venture.

**Keywords:** characterization; recycled aggregate; quality control.

## Introdução

Desde os anos 70, com a crise mundial do petróleo, intensificou o debate sobre a forma de utilização dos recursos naturais e a consciência da necessidade do relacionamento do homem com a natureza ser revisto, alterado. Eventos e acordos Internacionais foram firmados, mas os reflexos destes debates ainda mostram-se tímidos nas cidades, edificações, atitudes.

Alguns aspectos que eram preocupação com o futuro tornaram-se problemas no presente. O clima está mostrando isto em diversos lugares do mundo onde passaram ocorrer fenômenos em escala nunca antes vista.

A construção civil tem um papel muito importante neste processo, pois é um dos setores mais importantes da economia mundial e os edifícios são responsáveis por 40% do consumo de energia mundial, 16 % da água potável e 25 % da madeira das florestas. Ainda, segundo LAMBERTS, Roberto (2007), é responsável por 50% das emissões de CO<sub>2</sub>. É sem dúvida a maior fonte geradora de resíduos de toda a sociedade e absorve 50% dos recursos extraídos da crosta terrestre, FIERGS (2007).

No Brasil, os edifícios consomem 44% da energia do país, sendo que o setor residencial consome 50% deste todo, LAMBERTS (2007). E de acordo com ROAF (2006) muitos acreditam que a água potável será um dos produtos primários mais valorizados do século XXI devido ao crescimento populacional mundial, mudanças climáticas, interferência crescente do homem com os fluxos naturais de água e a poluição. No Brasil, os edifícios consomem 21% da água potável. Sua qualidade está cada vez mais comprometida e o custo de seu tratamento cada vez mais elevado.

É noticiado, freqüentemente, matérias relativas a problemas urbanos como enchentes devido a excesso de impermeabilização do solo pelas construções; excesso de resíduos da construção civil muitas vezes depositados no leito das vias causando grande impacto ambiental.

Os dados acima, nos referenciam da importância de construirmos edifícios e cidades que respeitem mais o meio ambiente e trabalhar a sustentabilidade em todas as etapas do processo: planejamento, projeto, construção, uso.

Na indústria da construção civil, cada vez mais freqüentemente, ouve-se falar de lançamento de empreendimento sustentável. Algumas vezes, mais como uma peça de marketing, do que reflexo de uma preocupação ambiental. Neste trabalho, apresentaremos um estudo de caso focando a SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL aplicada em um empreendimento nas etapas de projeto, construção e uso. A proposta é demonstrar que projeto de edificações mais sustentáveis, formas de planejar e edificar mais comprometida com meio urbano e usuários mais conscientes da importância e ter uma relação mais amigável com o meio ambiente podem trazer ganhos significativos nesta área. Existem pesquisas que buscam medir o custo financeiro que aspectos da sustentabilidade ambiental acarretam ao custo total do edifício. Este trabalho tentará demonstrar o ganho de recursos naturais, ou a não destruição dos mesmos, que projetos que visem a sustentabilidade ambiental podem nos trazer.

## **Objetivo**

O objetivo deste artigo é avaliar o ganho ambiental possível a partir da implantação de conceitos de sustentabilidade na concepção, construção e uso de um empreendimento imobiliário residencial.

## **Estudo de Caso**

### **Apresentação**

O projeto é de um empreendimento residencial e será implantado no bairro Cristal, na cidade de Porto Alegre<sup>1</sup>, Rio Grande do Sul/ Brasil. O bairro Cristal está localizado na zona sul da cidade e distante do centro cerca de 6 Km. A Zona Sul, que até não muito tempo era predominantemente residencial, tem atraído uma série de empreendimentos de porte. Empreendimentos de singular importância cultural, de entretenimento, comércio e serviço que estão em fase de implantação adiantada: Museu Iberê Camargo e o BarraShopping Sul. Empreendimentos que vão refletir nos hábitos dos moradores não só da região, como também na paisagem urbana.

Estes empreendimentos já geraram algumas transformações nesta parcela da cidade e ainda serão responsáveis por obras urbanas locais que contribuirão para requalificar ainda mais esta região.

O empreendimento objeto do estudo de caso é composto por 03 blocos com pilotis, seis pavimentos tipo, cobertura condominial. Cada pavimento tipo terá 04 apart., totalizando 72 apartamentos de 02 dormitórios, mais o apartamento do zelador. Será implantado em um terreno que originalmente tinha 3.181,28 m<sup>2</sup>, parcialmente atingido pelo sistema viário projetado pelo Plano Diretor do Município. A área atingida foi permutada por índice construtivo a ser utilizado na área remanescente do terreno

---

<sup>1</sup> Porto Alegre: *Fundação oficial* -26 de março de 1772/ *Localização*: Latitude S - 30° / *Longitude*: W - 51°/ Capital mais meridional do Brasil/ *Altitude*: 10m / *Área*: 476,3 km<sup>2</sup>/ *Relevo*: Possui espaços de planícies mas está circundado por 40 morros que abrangem 65% da sua área, limitada por uma orla fluvial de 72Km/ *População*: 1.312.169 habitantes (Fonte: IBGE/2000) Fonte: Portal Vitruvius In: Concurso Estudantil Latino-Americano de Arquitetura Bioclimática da Bienal José Miguel Aroztegui site [http://www.vitruvius.com.br/institucional/inst125/inst125\\_01\\_01.asp](http://www.vitruvius.com.br/institucional/inst125/inst125_01_01.asp) (04/10/2007)

igual a 2.387,07 m<sup>2</sup>. O público alvo população tem renda familiar de até 10 salários mínimos e por isto será necessário agregar estratégias de sustentabilidade sem perder o foco no custo.

### **Sítio**

O sítio escolhido é fartamente atendido pelo transporte público. A maioria faz a ligação do bairro-centro e duas linhas fazem a ligação da Zona Sul com a Zona Norte da cidade. Há duas quadras, passam também várias linhas de lotação<sup>2</sup> que proporcionam ao usuário chegar ao centro entre 15 e 20 minutos. Acredita-se que a facilidade e abundância de transporte público local favoreçam a redução do uso do transporte individual.

Entende-se por isto, que estes aspectos na escolha do sítio são importantes dentro do conceito de sustentabilidade. Imóveis com preço médio de venda a R\$ 100.000,00, que é a proposta do empreendimento, costumam localizar-se em sítios mais distantes do centro e locais de trabalho.

Além da facilidade de transporte, no entorno estão situadas equipamentos de educação, faixas de comércio e serviço junto as principais vias do entorno; a Indústria Termolar de garrafas térmicas situada a uma quadra do empreendimento; previsão de inauguração do BarraShopping Sul para agosto de 2008, a 1.500 m do sítio; a previsão de inauguração do Museu Iberê Camargo para março de 2008. Tudo isto representa vagas de trabalho próximas ao empreendimento. Só o Shopping divulga em seu site 4.000 vagas de emprego direto.

Por tratar-se de uma região plana e muitos deslocamentos serem pequenos acredita-se ainda na possibilidade de que parte dos deslocamentos possa ocorrer a pé ou de bicicleta. Considerando que a circulação de veículos é um dos maiores fatores de contribuição de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, é de grande importância a utilização de transporte coletivo em nossos deslocamentos diários. Entende-se que as condições descritas favorecem uma redução no uso automóvel, o que resultaria em redução de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, gás que aumenta o efeito estufa, principal causador do aquecimento global e ainda atenua a poluição no meio urbano.

### **Envoltória da Edificação**

Os elementos que compõe a envoltória do edifício: paredes, janelas, cobertura e a cor dos revestimentos externos foram especificados com foco no conforto ambiental natural da edificação.

#### *Paredes*

As paredes externas do edifício serão em blocos cerâmicos estruturais de 19cm, mais revestimento de argamassa em ambos os lados, totalizando 25 cm, de modo a garantir a inércia térmica. Na fachada Sudoeste, nas paredes correspondentes aos dormitórios, será acrescido revestimento cerâmico 10x10, favorecendo a relação de conforto.

---

<sup>2</sup> Lotação: transporte feito em micro ônibus com 16 lugares e ar-condicionado, no só podem circular passageiros sentados e os pontos de parada são de acordo com solicitações dos próprios passageiros

### *Janelas*

Todos compartimentos e todos possuem ventilação e iluminação natural. Nas janelas dos dormitórios existe proteção vertical externa - tipo persiano de enrolar com quadro de projetar e no estar social a proteção vertical externa será toldo de enrolar e projetar. As proteções verticais externas propostas viam barrar o calor antes que o mesmo penetre no compartimento e como são reguláveis permitem que o usuário defina o tamanho da proteção necessária e possa equilibrar a barreira contra o calor e a necessidade de iluminação natural do compartimento.

### *Cobertura*

A proposta foi criar na cobertura um espaço condominial de convívio – conforto visual, e garantir um bom isolamento térmico para o último pavimento tipo – telhado verde.

Na Região Sul do Brasil, o ar-condicionado é responsável por 32% do gasto final da energia em edificações residenciais, segundo LAMBERTS (2007). A inclinação do sol de verão na cidade de Porto Alegre é entorno de 83º e neste período o calor é bastante intenso. Buscando otimizar o conforto térmico do último pavimento tipo, a área de convivência foi definida de modo que ela apenas ocorra sobre as áreas de cozinha e parte do estar social – Figura 02. Este espaço pavimentado contará com pergolado e trepadeiras, elemento que além de criar um lugar de convívio, ajuda a amenizar o ofuscamento e temperatura local.

No restante da área foi especificado telhado verde, pois este além de melhorar as condições de conforto térmico do espaço interno do último pavimento, proporciona outros benefícios, tais como: retardar a velocidade com que a água vai para o sistema público de esgoto; melhoria do clima urbano, através do aumento da umidade do ar; retenção de partículas de pó e de poluição da atmosfera; melhoria das condições de conforto acústico.

### *Cor dos revestimentos externos*

Foram especificadas cores claras para os revestimentos externos das fachadas, de modo a que contribuam na reflexão e não na absorção do calor. Apenas no elemento de marcação do estar social foi utilizada uma cerâmica puxando para o tom de terra.

## **Água**

No Brasil, os edifícios consomem 21% da água potável. Parte deste consumo é facilmente evitável. Entre outras coisas, porque se usa água potável e tratada para fins em que ela não é necessária; têm-se perdas por falta de manutenção e controle de vazamentos. Visando racionalizar o uso da água potável tratada, foram diretrizes de projeto:

- Medição individualizada de forma que garanta o monitoramento do consumo ao longo do tempo, permitindo a eficiência da gestão e motivação para o uso racional e responsável da água. Existem pesquisas que demonstram que este procedimento pode representar uma redução de 20%<sup>3</sup> a 25%<sup>4</sup> no consumo de água.

---

<sup>3</sup> Os maiores benefícios desta prática são a redução do consumo de energia elétrica, com a redução das vazões bombeadas; a diminuição do desperdício de água nos condomínios e a satisfação do cliente, que pagará apenas

- Uso de bacias sanitárias com caixa acoplada com mecanismo para válvula com duplo acionamento 3l/ 6l – os vasos sanitários são responsáveis pela maior parte do consumo doméstico de água (geralmente entre 30 e 40% do uso total da água).
- Mecanismo de detecção de vazamentos – de modo a reparar os danos ocorridos com rapidez e evitar desperdícios.
- Coleta de água das chuvas – Apesar de relativamente limpa, a água da chuva pode ser mais problemática do que o esgoto, devido aos altos picos de fluxo que podem sobrecarregar as estações de tratamento que recebem conjuntamente os esgotos sanitários, ROAF (2006). A água será armazenada reservatório enterrado e será utilizada para irrigação do jardim e limpeza.

### **Energia**

Os edifícios consomem 44% da energia elétrica do Brasil e 50% deste total tem consumo em edificações residenciais. A principal fonte de energia elétrica do país são as hidroelétricas (95%), que apesar de ser considerada uma energia limpa, necessita de altos investimentos financeiros para sua implantação, arrasam a fauna e flora de grandes superfícies, não consegue trabalhar com seu potencial pleno em épocas de seca.

Considerando, conforme LAMBERTS (2007) a participação percentual no consumo dos edifícios residências, 22% do consumo total do país, economia neste setor pode ser representativa para o país. Verificando o consumo final na Região sul, observa-se que os aspectos que mais influenciam neste alto consumo são: ar-condicionado 32%; o chuveiro elétrico 18% e a iluminação 8%. As diretrizes de projeto que buscam redução do consumo de energia elétrica focaram, então, nestes três aspectos:

- Conforto térmico: envoltória com inércia térmica; revestimentos em cores claras; proteção vertical externa em todos os compartimentos de permanência prolongada (dormitório/ estar social); ventilação natural em todos os compartimentos; ventilação cruzada no interior dos apartamentos; uso de telhado verde; plantio de um número significativo de vegetais, principalmente junto à fachada Sudoeste; uso de pergolados com trepadeiras nas áreas abertas de convívio.
- Chuveiro: a água do chuveiro será aquecida por aquecedor de passagem.
- Iluminação: iluminação natural em todos os compartimentos privativos e condominiais; uso de sensor de presença e lâmpadas econômicas nos compartimentos condominiais.

### **Permeabilidade do Solo**

As cidades apresentam-se, cada vez mais, impermeabilizadas, seja pela pavimentação das vias e calçadas ou dos lotes privados. Isto faz com que as águas pluviais antes, em grande parte, retidas pela vegetação ou infiltradas naturalmente no solo tornem-se com bastante frequência um problema

---

o que consumir. A medição individualizada permite ainda o acompanhamento do consumo mensal pelo consumidor, o que incentiva o uso racional da água. (...)A ANA faz o monitoramento em quatro edifícios de Goiânia que adotaram a medição individual e a economia no consumo de água chegou a 20%. Fonte: Rede Interamericana de Recursos Hídricos no Brasil. In: [http://brasil.rirh.net/activity\\_vista.php?id=175&actype=Cursos](http://brasil.rirh.net/activity_vista.php?id=175&actype=Cursos) ( 14/09/2007)

<sup>4</sup>Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (2005) In:

urbano. Seja pela velocidade com que chegam aos cursos d'água (arroyos, riachos, etc.) causando a erosão de suas margens e destruição de boa parte da biodiversidade local, ou pela freqüência de enchentes nas áreas urbanas causando problemas como perdas de várias ordens para a população, doenças e acessibilidade.

Os fatos apontam para necessidade de revisão da postura dos projetistas. Neste projeto os parâmetros utilizados foram muito superiores aos exigidos pela legislação local – conforme Quadro 01 abaixo:

	EXIGÊNCIAS DO II PDDUA <sup>5</sup>		PROJETO	
	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>
Taxa de Ocupação	75,0	1790,00	41,0	993,91
% mínimo de permeabilidade do	00,0	0,00	66,7	1617,88

Quadro 01- Comparativo entre exigências legais e premissas do projeto

Para atingir 66,7% de permeabilidade no terreno trabalhou-se com brita compactada nas vagas descobertas de estacionamento, área vegetada nos acessos aos blocos, circulação de pedestre prevendo composição de pisos com área vegetada, e cobertura com telhado verde.

As vagas de estacionamento descobertas receberão uma estrutura leve junto à cerca lateral, mais trama de aço galvanizado, apenas para apoiar vegetação do tipo trepadeira– Figura 03.

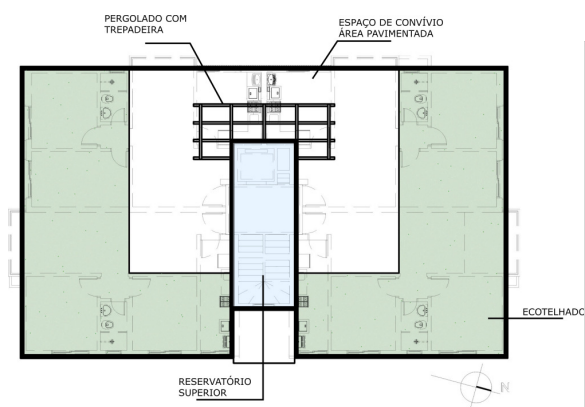


Figura 02- sobreposição do pav. cobertura e 7º pav.

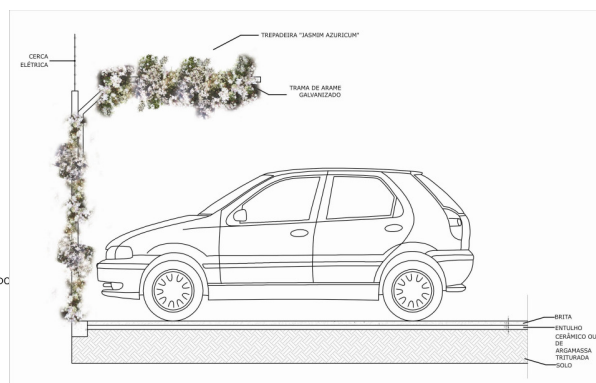


Figura 03- trepadeira sobre vagas descobertas

### Aumento da biodiversidade local

Atualmente, o terreno não apresenta nenhuma espécie de vegetação. O fato de o proprietário ter doado parte da área para a prefeitura (com a finalidade de abertura de via projetada no PDDUA) fez com que a mesma deslocasse a cerca existente, mais de uma vez, a fim de acessar a parte que passou a ser de sua propriedade. Isto gerou transtornos não só entre o proprietário do terreno e município, como também para a comunidade local, pois carroceiros passaram a utilizar a área para descarte de vários tipos de resíduos conforme Figura 04.



Figura 04- Foto do terreno (Zero Hora/ Caderno Zona Sul, pg 7/ 21/07/2007).

A implantação do empreendimento vai garantir o fim desta prática irregular e a limpeza do sítio. Isto reduzirá os transtornos locais e a presença de animais que são atraídos pelos resíduos ali colocados irregularmente. Além disto, o paisagismo proposto vai agregar na biodiversidade local, tanto no terreno quanto nos passeios públicos. O sítio que hoje não possui nenhuma espécie vegetal espécies nativas, plantio de hortaliças e ervas aromáticas e bosque de árvores frutíferas .

### **Cargas Ambientais**

O lixo é um dos grandes problemas urbanos. Segundo o DMLU, Departamento de Limpeza Urbana de Porto Alegre, o ser humano toma, de maneira indiscriminada, os bens da natureza, os transforma em produtos de consumo e devolve-os na forma de lixo, irracional e irresponsavelmente. Essa constatação nos remete ao esgotamento dos recursos naturais. No Brasil, segundo FIERGS/ SENAI (2007): A construção civil é, sem dúvida, a maior fonte geradora de resíduos de toda sociedade. (...) Pesquisas indicam que 60% a 70% dos resíduos sólidos urbanos, nas cidades brasileiras, sejam gerados por construções formais ou informais, e que são encaminhados para aterros-lixões. Somente 8% é encaminhado para reciclagem. Atualmente, cresce a consciência que os recursos naturais são finitos e o crescimento econômico deve ser compatível com a sustentabilidade ambiental.

O planejamento prevê medidas com o objetivo de minimizar a quantidade de resíduos sólidos gerados na etapa da construção e uso do empreendimento, seja pela prevenção e no que não for possível dar uma destinação adequada para os mesmos.

#### *Resíduos sólidos na etapa da construção*

Os resíduos deverão ser classificados e receber destinos específicos de acordo com sua classificação. Durante a etapa da OBRA serão adotados procedimentos visando a redução, reutilização, reciclagem e cuidado com o destino final dos resíduos que saírem do terreno.

- Redução: Compatibilização da modulação dos elementos e revestimentos; montagem de kits hidráulicos no canteiro de obra; utilização de alvenaria estrutural; padronização das dimensões; modulação dos componentes da edificação.
- Reutilização: Acomodação do material retirado para acomodação das fundações no próprio terreno, elevando o nível do terreno ou criando taludes no paisagismo - Redução de transporte para este material; Uso de formas e escoras metálicas para concretagem das Lages.
- Reciclagem: Os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado, resultante de componentes cerâmicos (tijolos, blocos, placas de revestimento), argamassa e concreto serão utilizados como base para a brita compactada no estacionamento descoberto.



- Cuidado com o destino final dos resíduos que saírem do terreno: plásticos, papel/ papelão, metais, vidro, madeiras e outros serão encaminhados a áreas de armazenagem temporária, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura; latas de tintas e solventes, restos de gesso, lâmpadas fluorescentes - serão armazenadas, transportados e destinados em conformidade com normas técnicas específicas.

#### *Resíduos sólidos na etapa de uso*

O projeto definiu áreas para diferentes tipos de lixo: orgânico e seco. E diferentes locais para o lixo seco: papel, vidro, garrafa pet, plásticos em geral, latinhas de alumínio, pilhas/baterias/ lâmpadas fluorescentes, óleo de cozinha. A proposta é criar condições que esta separação do lixo ocorra dentro do condomínio. Nestes espaços serão disponibilizados containeres específicos para cada um destes destinos, todos devidamente identificados. Nas áreas de convívio e circulação condominial serão disponibilizados lixeiras para lixos orgânicos e lixo seco.

Além da conscientização para a importância do respeito pela natureza, a forma de incentivo será sinalizar com a possibilidade de obtenção de retorno financeiro que este pode gerar para o condomínio, reduzindo a despesa mensal de todos. A conscientização relativa aos aspectos ambientais pode ser feita de diversas formas entre elas “plaquinhas” com dicas inseridas no paisagismo e “quadros” com dicas inseridas na decoração das áreas condominiais.

#### **Materiais**

A escolha dos materiais de construção afeta o impacto ambiental do empreendimento, seja pela energia incorporada no seu processo de fabricação ou pela energia gasta no transporte do mesmo da origem ao empreendimento. Ainda existem aqueles materiais que são tóxicos ao meio ambiente. Considerando estes aspectos, optou-se por dar preferência a materiais com produção local – de 61 a 80% dos fornecedores deverão estar dentro de um raio máximo de 150 Km; uso de materiais que possam ser reaproveitados (ex.: uso de formas metálicas); uso de materiais que contribuam para o meio ambiente - ex.: uso do cimento CP3; racionalização no uso de materiais visando a redução dos recursos naturais (ex.: redução de 50% do revestimento cerâmico nos banheiro privativos e 80% nos banheiro condominiais); revestimento de piso das áreas não molhadas dos apartamentos: contrapiso preparado para aplicação de revestimento de 4 mm (a escolha do futuro proprietário). O padrão proposto para a obra prevê revestimentos padronizados, que dificilmente atenderia aos interesses de 72 futuros proprietários. As substituições a curto e médio prazo resultariam em resíduos para o meio ambiente. Utilização de tinta a base de água; utilização de materiais com baixa energia incorporada (ex.: uso de brita compactada nos boxes descobertos); telhado verde na cobertura dos três blocos.

#### **Fornecedores**

A relação com os fornecedores além de priorizar o aspecto como a distância em relação à obra e que tenham certificação ambiental, deve firmar acordos visando otimizar as embalagens visando a redução da quantidade de resíduos; paletização dos blocos cerâmicos, visando a redução de perdas e formação de entulho.

## **Análise de Resultados**

A maior parte da população mundial mora em cidades e no Brasil isto não é diferente. Segundo o IBGE, a população brasileira residente em áreas urbanas no ano de 2000 totalizava 81,25%. A implantação de um empreendimento residencial com características sustentáveis, pensadas a partir da escolha do sítio, com um projeto preocupado com as condições climáticas locais, e a educação ambiental do usuário do imóvel é fundamental na meta de reduzir o impacto causado pela urbanização.

Considerando ainda o impacto da Construção Civil em relação ao consumo de recursos naturais e consumo de energia entende-se que todos os resultados alcançados são muito expressivos. Ainda não existem pesquisas suficientes para que se possam quantificar todos ganhos, mas acredita-se que mesmo assim é possível demonstrar que estes podem ser significativos para o meio ambiente.

### **o Escolha do sítio**

A escolha do sítio em área urbana consolidada, com oferta de comércio e serviço no entorno, vagas de trabalho, transporte coletivo em abundância representa a possibilidade de redução do uso do automóvel. A fim de quantificar resultados possíveis, foi feita simulação estimando uma redução do uso do carro particular em 35%<sup>6</sup>. Considerando uma população para o empreendimento de 292 pessoas<sup>7</sup>, em simulações realizadas<sup>8</sup>, verifica-se uma redução de emissão de 40ton/CO2 ano, que se fossem emitidas seria necessário plantar 288 árvores para compensar.

### **o Envoltória do Edifício/ Energia**

Os cuidados com a envoltória da edificação (visando o conforto térmico e iluminação natural) e o aquecimento do chuveiro através de aquecedor de passagem devem resultar em redução de consumo de energia elétrica. A fim de estimar resultados, foi prevista uma redução em 10% da necessidade de uso de ar-condicionado, 18% chuveiro elétrico e 2% de iluminação. O somatório desta simulação chega a 30%. Considerando que o consumo médio por pessoa é de 100 kWh/mês<sup>9</sup>, considerando a população estimada para o empreendimento seria possível economizar em torno de 105.000 kWh/ano., o que corresponde ao consumo médio de 87,5 pessoas/ mês.

### **o Água**

As medidas adotadas para racionalizar o uso da água, também podem trazer ótimos resultados. O gasto médio diário do brasileiro é 185 litros<sup>10</sup>. Considerando dados de pesquisa da Agência Nacional de Águas que acusam que a medição individualizada leva a uma redução de 20% no consumo usual, e considerando uma população de 292 pessoas, pode-se estimar uma redução de 10.804 litros/dia; 3.943.460 litros/ano. O Uso de bacias sanitárias com caixa acoplada com mecanismo para válvula com duplo acionamento (3l/6l) ao invés de válvula pode levar a uma economia de água de 569.400

---

<sup>6</sup> Parte da distância não percorrida por automóvel seria feita a pé-15% (escolas, empregos localizados nas proximidades) e parte por transporte coletivo – 20%

<sup>7</sup> cálculo da população= 73 economias x 4 pessoas p/economia

<sup>8</sup> <http://planetasustentavel.abril.com.br/simuladores/>

<sup>9</sup> <http://www.thegreeninitiative.com/calplaneta/planeta.html> (21/01/2008)

<sup>10</sup> Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano 2006, divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud). In: Desperdício é a principal ameaça ao abastecimento de água no Brasil . <http://www.h2c.com.br/html/26/09/2007>

l/mês, ou 6.927.700 l/ano<sup>11</sup>. Considerando que a área de jardins do empreendimento é superior a 400,00 m<sup>2</sup>, o uso das águas pluviais nas atividades de irrigação representará uma economia também significativa. Só estas medidas resultarão em uma economia anual de mais de 11.000.000 de litros de água potável por ano, suficiente para o consumo mínimo de 20 pessoas durante 8 anos. Além disto, haverá redução de energia para bombeamento da água para o reservatório superior e redução de elementos químicos necessários para o tratamento da água.

- **Permeabilidade do solo**

A permeabilidade do solo proporciona redução na destruição da biodiversidade das margens dos arroios e melhor funcionamento das redes de tratamento de esgoto. Também reduz o nível de poluição dos resíduos líquidos que chegam nas estações de tratamento.

O telhado verde além de retardar a velocidade com que a água vai para o sistema público de esgoto proporciona melhorias no micro clima e redução dos índices da poluição urbana.

- **Aumento da biodiversidade local**

O plantio de árvores nativas, árvores frutíferas, espaço de plantio para temperos e hortaliças em um vazio urbano (hoje com problema cotidiano de lixo) vai favorecer na biodiversidade local e uso de pergolado promovem sombreamento; aumento da biodiversidade local; redução na transmissão do calor absorvido pelo piso durante o dia e refletido para a edificação no período noturno; melhoria do clima urbano, através do aumento da umidade do ar; retenção de partículas de pó e de poluição da atmosfera; atração de pássaros.

- **Resíduos Sólidos**

A proposta de criar espaços distintos para os diferentes tipos de resíduos sólidos, na etapa construção e de uso; de conscientizar e incentivar operários e moradores na separação destes materiais trarão ganhos significativos ao meio ambiente, através de redução: de emissão de CO<sub>2</sub>; de consumo de água e energia; de recursos naturais – minério de ferro, carvão, areia, petróleo; redução das áreas necessárias para aterros sanitários; nos níveis de poluição da água e do solo. Não se tem atualmente formas de mensurar todos estes itens, mas o quadro abaixo mostra algumas estimativas de recursos naturais possíveis de serem poupados. Além disto, ainda é possível pensar no valor econômico destes resíduos, seja por “catadores” ou pelo próprio condomínio.

- **Materiais e fornecedores**

As diretrizes adotadas na especificação de materiais e escolha de fornecedores vão resultar em redução de transporte e redução significativa de emissão de CO<sub>2</sub><sup>12</sup>; redução no uso de recursos naturais; redução de resíduos; redução de gasto energético.

---

<sup>11</sup> Demonstração do cálculo: SITUAÇÃO 1: válvula (vazão de 20 l) x 4 vezes por dia por pessoa= 80 litros/ pessoa / dia; SITUAÇÃO 2: caixa acoplada (com vazão de 3l e 6l ) x 4 x por dia por pessoa= 15 litros/ pessoa / dia; Estimativa de gasto de água potável situação 1: 23.360 litros/ dia; 700.800 litros/mês; 8.526.400 litros/ano; Estimativa de gasto de água potável situação 2: 4.380 litros/ dia; 131.400 litros/ mês; 1.598.700 litros/ano

<sup>12</sup> <http://www.thegreeninitiative.com/calplaneta/planeta.html> (21/01/2008)

Material a reciclar	Estimativa	Estimativa anual	<b>Benefícios para o MEIO AMBIENTE</b>
PAPEL Jornal/misto/papelão	75kg	3900 Kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 133 Árvores</li> <li>• 90% Água (em relação ao processo convencional)</li> <li>• 78% energia (em relação ao processo convencional)</li> </ul>
Vidro	75kg	3900 kg	<p>O vidro comum funde a uma temp. entre 1000°C e 1200°C, enquanto que a temp. de fusão da fabricação do vidro, a partir dos minérios, ocorre entre 1500°C e 1600°C. A fabricação do vidro a partir dos cacos econ. energia gasta na extração, beneficiamento e transporte dos minérios não utilizados. A econ. de energia é a principal vantagem do processo, em termos econômicos, pois reflete na durabilidade dos fornos.</p> <p><b>EXISTE UMA FÁBRICA DE GARRAFAS TÉRMICA A 300 m DO EMPREENDIMENTO</b></p>
Latinhas de alumínio	8 kg	416 kg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 469 kg Minério de ferro</li> <li>• 64 kg carvão</li> </ul>
Oleo de cozinha	70 litros	3640 litros	1 litro de restos de fritura afeta oxigenação de 1 milhão de l/ água
Pilhas e baterias	<p>Geralmente esses materiais contêm metais pesados prej. ao <b>meio ambiente</b> e aos <b>seres vivos</b>, como o mercúrio, que se acumula na cadeia alimentar e pode provocar efeitos crônicos e danos ao cérebro, o chumbo, que causa danos nos sistemas nervosos central, e o cádmio, que se acumula no corpo humano, espec. nos rins, podendo vir a deteriorá-los.(DMLU)</p>		

Quadro 2 - Estimativa anual Recursos Naturais poupados:

## Referências

- CDHU- Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo(2005)In: [http://www.aredo.inf.br/images/stories/arquivos/segundo\\_painel/raphaelpileggi.pdf](http://www.aredo.inf.br/images/stories/arquivos/segundo_painel/raphaelpileggi.pdf)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Economia e Estatística – **Atlas do Censo Demográfico 2000**. in : (26/09/2007) <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/29122003atlascento.pdf>
- FIERGS/ SENAI. **Produção mais limpa em edificações**. Porto Alegre, 2007.
- JOHN, Vanderley. **Desafios da Construção Sustentável**. Palestra proferida em agosto/2007 no Seminário de Sustentabilidade da construção civil.
- LAMBERTS, Roberto. **Eficiência Energética nas construções**. Palestra proferida em agosto/2007 no Seminário de Sustentabilidade da construção civil.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SINDUSCON/SP. **Conservação e reuso da água em edificações**. Prol Editora Gráfica São Paulo, junho de 2005.
- OKAMURA1, Edgar k. **Economia de água em bacias sanitárias** In: Revista Ciências do Ambiente On-Line Fevereiro, 2006 Volume 2, Número 1

ROAF, Sue at alli. Ecohouse **A casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

PICORAL SOLANO, Rosana. Arquiteura Sustentável X ganho Ambiental. Capítulo de Livro em fase de Editoração. Porto Alegre: EDIPUC. 2008

SATTLER, Miguel Aloysio. **Edificações sustentáveis: interface com a natureza do lugar**. In: Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades – estratégias a partir de Porto Alegre./ organizado por Rualdo Menegat e Gerson Almeida. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/reciclagem/vidro.html>

[http://www.eq.ufrj.br/graduacao/aulas/lidia/agua\\_introdprocessos%202007-1.pdf](http://www.eq.ufrj.br/graduacao/aulas/lidia/agua_introdprocessos%202007-1.pdf)

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./residuos/reciclagem/plastico.html>

[http://www.vitruvius.com.br/institucional/inst125/inst125\\_01\\_01.asp](http://www.vitruvius.com.br/institucional/inst125/inst125_01_01.asp)