

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

DETEC – DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

*O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE APLICADO A UMA  
EDIFICAÇÃO NA CIDADE IJUÍ - RS*

ROSEMERI MICHAEL

Ijuí, RS, Dezembro de 2001.

ROSEMERI MICHAEL

*O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE APLICADO A UMA  
EDIFICAÇÃO NA CIDADE IJUÍ - RS*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Tecnologia da UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, curso de Engenharia Civil, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professora Orientadora: Raquel Kohler

Ijuí, (RS), Dezembro de 2001.

## *AGRADECIMENTOS*

*Aos meus pais Ernani Lotário e Maria Inês Michael, que durante todo o período acadêmico deram-me apoio necessário e exemplo de vida, para a realização das minhas conquistas.*

*A Deus, criador de todas as criaturas, o qual concedeu sabedoria, oportunidade, e abençoou-nos para a realização das conquistas.*

*A todos aqueles que de qualquer forma acreditaram e deram força para a realização deste trabalho.*

*Aos professores do curso de Engenharia Civil, pelos conhecimentos passados.*

*A professora orientadora Raquel Kohler, pela dedicação na realização do trabalho.*

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
1.1 – <i>Delimitação do tema</i>	7
1.2 – <i>Formulação da questão em estudo</i>	8
1.3 – <i>Definição dos objetivos do estudo</i>	8
1.3.1 – Objetivo geral	8
1.3.2 – Objetivos específicos	9
1.4 – <i>Justificativa</i>	9
<b>2 – REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1 - <i>Infra-estrutura ecológica</i>	17
2.2 - <i>Esgoto Pluvial</i>	19
2.3 – <i>Esgoto Cloacal</i>	23
2.4 - <i>Lixo</i>	26
2.5 - <i>Água</i>	34
2.6 - <i>Energia</i>	39
2.7 - <i>Iluminação</i>	48
2.8 - <i>Ventilação</i>	51
2.9 - <i>Uso e ocupação do solo</i>	54
<b>3 – METODOLOGIA</b>	<b>57</b>
3.1 – <i>Instrumento de Pesquisa</i>	57
3.2 – <i>Estudo de Caso</i>	58
<b>4 – RESULTADOS E ANÁLISES</b>	<b>60</b>
4.1 - <i>Projetos</i>	60
4.2 - <i>Iluminação</i>	61
4.3 - <i>Ventilação</i>	67
4.4 - <i>Energia</i>	70
4.5 - <i>Água</i>	72
4.6 – <i>Lixo</i>	74
4.7 – <i>Esgoto Pluvial</i>	75
4.8 - <i>Esgoto Cloacal</i>	76
4.9 - <i>Uso e ocupação do solo</i>	77
<b>5 – CONCLUSÃO</b>	<b>83</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>87</b>
<b>7 – ANEXOS</b>	<b>91</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo e reciclagem da água em edifícios ecológicos _____	22
Fonte: Princípios do Ecoedifício _____	22
Figura 2: Vistas parciais da fachada principal e de fundos do edifício Garoupa _____	59
Figura 3: Vistas parciais do estacionamento coberto e da entrada da Clínica Médica _____	59
Figura 4: Vista parcial da circulação de uso comum dos consultórios médicos _____	62
Figura 5: Visualização do Projeto dos Consultórios Médicos _____	63
Figura 6: Vista parcial das janelas dos consultórios – excesso de iluminação _____	65
Figura 7: Vista parcial das aberturas da sala de estar de um apartamento- orientação Norte _____	66
Figura 8: Vista da janela basculante da escada enclausurada da edificação _____	66
Figura 9: Vista parcial das janelas das clínicas para o interior da edificação _____	68
Figura 10: Vista parcial da janela da cozinha de um apartamento _____	70
Figura 11: Vista parcial da circulação, onde observa-se todas luminárias acesas _____	71
Figura 12: Vista da torneira de pressão e da caixa de descarga econômica, na clínica médica. _____	73
Figura 13: Vista de uma grelha de água pluvial e de um condutor de água _____	76
Pluvial (destino rede pública) _____	76
Figura 14: Vista de um coletor vertical de água pluvial _____	76
Figura 15: Vista parcial da área permeável do terreno _____	79
Figura 16: Vista parcial da pavimentação dos recuos, utilizados com estacionamento _____	79
Figura 17: Vista do Porteiro eletrônico _____	80
Figura 18: Planta de Localização com os devidos afastamentos _____	81

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Avaliação da necessidade de iluminação artificial, por parte dos respondentes	63
Gráfico 2: Avaliação da iluminação natural nos consultórios, pelos respondentes	66
Gráfico 3: Avaliação da necessidade de iluminação artificial nos apartamentos, pelos respondentes	67
Gráfico 4: Avaliação da satisfação em relação a ventilação das clínicas, pelos respondentes	70
Gráfico 5: Avaliação da satisfação em relação a ventilação dos ambientes internos dos apartamentos, pelos respondentes	71
Gráfico 6: Avaliação da necessidade de um ambiente externo – consultórios e apartamentos	84

## **1 – INTRODUÇÃO**

O trabalho a seguir é exigido pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do sul, para conclusão de curso, sendo que a escolha do tema para cada aluno é livre.

Este trabalho constitui-se em uma pesquisa relacionada a sustentabilidade, mais especificamente aos conceitos de uma edificação auto-sustentável, ou seja, um sistema que está diretamente ligado à preservação da natureza, onde procura-se, através de sistemas circulares amenizar os impactos ambientais causados pelo processo de uso e manutenção das edificações.

### ***1.1 – Delimitação do tema***

As questões ambientais têm sido cada vez mais discutidas mundialmente. O consumo indiscriminado de recursos materiais e energéticos, assim como a elevada geração de poluentes para o ar, água e terra, são exemplos de impactos ambientais relacionados à ação humana no planeta. As iniciativas para amenizar estes problemas devem partir da definição de sustentabilidade e da conscientização da população.

A sustentabilidade busca reduzir os processos de produção lineares, buscando minimizar o consumo de recursos naturais, priorizando os processos onde os resíduos gerados tornam-se novamente recursos, através da maximização do tempo de vida útil dos produtos, da sua reutilização, reciclagem, adaptação a novas demandas da sociedade ao longo do tempo, dentre outros. Desta forma, processos naturais cíclicos podem ser

definidos, em resumo, como aqueles onde os resíduos gerados tornam-se novamente recursos, fechando-se um ciclo produtivo.

Para a construção civil, a sustentabilidade está relacionada à mínima exploração de recursos naturais (matérias primas e combustíveis fósseis) durante as fases de projeto, construção e utilização de edificações; a facilidade de renovação ou reforma da edificação, permitindo uma minimização do consumo de recursos materiais e da geração de resíduos sólidos durante a fase de utilização de edificações, aproveitando da melhor forma os recursos renováveis como é o caso da energia, esgoto pluvial e cloacal.

### ***1.2 – Formulação da questão em estudo***

Sabe-se que cada etapa do ciclo de vida dos processos de manutenção das edificações está relacionada a relevantes impactos ambientais passíveis de uma caracterização e os métodos de análise ambiental deste ciclo de vida, que estão sendo desenvolvidos atualmente, constituem-se num referencial adequado para a comparação ambiental de alternativas de manutenção de sistemas. Sendo assim, as edificações podem ser responsáveis por diferentes impactos ambientais durante o seu ciclo de vida, desde os processos de execução aos processos de uso e manutenção. Diante destas constatações, questiona-se:

✓ É possível atingir a auto-sustentabilidade em edificações já existentes, ou somente esta possibilidade é viável na execução de novas edificações, onde os conceitos de sustentabilidade já estejam incluídos desde a concepção do projeto?

### ***1.3 – Definição dos objetivos do estudo***

#### **1.3.1 – Objetivo geral:**

Definição do conceito de sustentabilidade aplicado à construção civil e das variáveis que interagem no uso e manutenção das edificações, verificando as



possibilidades de adaptações para tornar a edificação, definida como objeto de estudo, auto-sustentável.

#### 1.3.2 – Objetivos específicos:

- ❖ Estudar uma edificação localizada na cidade de Ijuí;
- ❖ Identificação dos principais impactos ambientais relacionados a cada uma das etapas do ciclo de vida do processo de uso e manutenção da edificação analisada;
- ❖ Verificar a possibilidade de adaptação dos conceitos de sustentabilidade na edificação analisada.

#### ***1.4 – Justificativa***

O mercado e a sociedade vêm exigindo, cada vez mais, um posicionamento dos profissionais em relacionar-se adequadamente com a natureza. Neste sentido, pesquisas estão sendo realizadas visando quantificar os prejuízos ambientais que os edifícios proporcionam, desde a etapa da construção até o uso, buscando soluções e tentando qualificar os processos e de certa forma interagir melhor com a natureza.

O consumo indiscriminado de recursos materiais e energéticos, assim como a elevada geração de poluentes para o ar, água e terra, são exemplos de impactos ambientais relacionados à ação humana no planeta. Simultaneamente, existe uma crescente evidência de que a carga humana imposta aos ecossistemas têm sido muito elevada em diversas regiões, e se não houver algum controle, este fato pode resultar em uma degradação irreversível da ecosfera (Sperb, 2000).

Dando ênfase aos aspectos ambientais que estão inseridos no conceito de sustentabilidade, Lyle (apud Sperb, 2000) afirma que atualmente convive-se com vários sinais de que o ambiente natural não se encontra tão saudável como deveria, tanto a

nível global quanto local. Entre esses sinais, pode-se citar os altos níveis de poluição aérea, a crescente quantidade de resíduos sólidos e líquidos, os altos consumos energéticos, a elevada utilização de recursos naturais e a dificuldade cada vez maior em encontrar locais para depósito de lixo. Simultaneamente, observa-se o aumento do efeito de aquecimento global do planeta, a redução da camada de ozônio, a crescente geração de chuva ácida nos grandes centros e de fumaça fotoquímica, dentre vários outros impactos ambientais.

No caso específico do uso de edificações, sabe-se que as mesmas consomem água, geram detritos líquidos e sólidos e também liberam voláteis, acarretando muitas vezes dificuldades para gestão urbana, prejuízos à saúde, ao rendimento dos usuários e danos à camada de ozônio que podem ser irreversíveis. Particularmente no caso de uso de água, faltam números confiáveis para traçar um panorama real do consumo nacional; os dados são esparsos e as metodologias utilizadas raramente permitem comparação direta. A iluminação, o condicionamento ambiental e a operação do edifício também consomem energia, em quantidade diretamente relacionada às decisões de projeto e à eficiência dos equipamentos utilizados.

Acredita-se que a solução para os problemas citados não restringem-se apenas na construção de edificações eficientes, pois sabe-se que o problema maior é a cidade em si produzindo mais do que a sua capacidade de carga, degradando assim o seu entorno e todos os sistemas. Uma cidade sustentável não é tanto a que se sustenta a si mesma senão a cidade que está em condições de satisfazer as necessidades de seus habitantes sem impor uma demanda insustentável sobre os recursos naturais, o sistema ambiental e global. Sendo assim, a urbanização acarreta vários fatores negativos relacionados à questão ambiental, onde as edificações são elementos morfológicos urbanos impactantes, constituem-se isoladamente em um sistema ou parte de um sistema maior – cidade – por sua vez, em um amplo contexto (Sperb, 2000).

Neste sentido, Baldwin (apud Sperb, 2000) afirma que as questões ambientais têm se tornado cada vez mais importantes no contexto de sustentabilidade e que o setor da construção é um dos grandes responsáveis por vários impactos ambientais. Como pode ser visto no Bulletin Cief (1999), vários pesquisadores estão buscando atualmente

identificar e conseqüentemente reduzir os impactos relacionados com a indústria da construção civil, demonstrando a importância do tema. Alguns autores já apresentam métodos para análise ambiental de todo o ciclo de vida das edificações, caracterizado principalmente pelas etapas de projeto, construção, manutenção, e posterior demolição, por possuir relevantes implicações no consumo de recursos naturais, na geração de resíduos, enfim em impactos sobre o meio ambiente. Somente para fins de exemplificação, pode-se citar os métodos apresentados por Cole e Larsson, Angioletti e Baldwin (apud Sperb, 2000), que também salientam a relevância das etapas iniciais de planejamento e projeto de uma edificação, onde a existência de ferramentas que possibilitem avaliar se as decisões de projeto estão se encaminhando contra ou a favor da preservação do meio ambiente, torna-se imprescindível.

## 2 – REVISÃO DA LITERATURA

Recentes estatísticas globais de desflorestamento, desertificação, erosão do solo, perda do hábitat natural, dentre outras patologias terrestres, demonstram claramente o consumo indiscriminado de recursos naturais e a conseqüente elevada geração de resíduos. Inserido neste contexto, Lyle (apud Sperb, 2000) afirma que cerca de 61% da superfície terrestre atualmente está sendo modificada pela ação do ser humano, e os 39% restantes que ainda permanecem no seu estado natural referem-se principalmente a áreas glaciais ou desérticas.

Segundo Silva (2000), o primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de *green design* não possuíam meios para verificar quão “verdes” eram de fato os seus edifícios. Como foi comprovado mais tarde, edifícios projetados para sintetizar a utilização dos conceitos de construção ecológica muitas vezes acabavam por consumir ainda mais energia que aqueles resultantes das práticas de projeto e construção dominantes no mercado.

Para avaliar os impactos ambientais relacionados aos edifícios como um todo, partiu-se de procedimentos de avaliação dos impactos ambientais associados a processos ou produtos industrializado; com a finalidade de analisar o Ciclo de Vida. Dessa forma é possível retratar, de forma mais completa possível, as interações entre o processo considerado e o meio ambiente, contribuindo para o entendimento da natureza global e independente das conseqüências das atividades humanas sobre o meio ambiente e ainda produzir informações objetivas que permitam identificar oportunidades para melhorias ambientais (Silva, 2000).

A participação econômica significativa e a percepção gradativa da magnitude dos impactos ambientais provocados pelas atividades da indústria da construção civil posicionaram-na, em caráter mundial, como um setor estratégico para intervenção. Isso resultou nas diversas medidas visando reduzir os impactos ambientais de edifícios introduzidos no longo da última década.

Segundo Brandon (apud Sperb,2000), a definição de sustentabilidade mais divulgada atualmente é aquela definida pela “United Nations World Commission on Environment and Development”, em 1987, através do documento intitulado “Our common Future”, também conhecido como “The Brundtland Report”. Este documento define sustentabilidade como um processo de mudança, onde a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional devem estar em harmonia e devem aumentar o potencial de suprimento das necessidades e aspirações humanas.

Segundo John (1999), a aplicação do conceito de sustentabilidade para a construção civil permite vislumbrar uma série de diferentes metas ambientais, dentre elas podem ser citadas:

- a) preservação das matérias – primas naturais;
  - b) redução do consumo de energia;
  - c) economia de água;
  - d) aumento da durabilidade;
  - e) proteção do meio ambiente natural;
  - f) redução do desperdício e da geração de resíduos e seu impacto ambiental;
- melhoria da qualidade do ambiente construído.

Neste sentido, Curwell (apud Sperb, 2000) apresenta o trabalho do grupo de pesquisa denominado “Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability through Time” (BEQUEST), criado em 1995. Este grupo possui como objetivo principal avaliar a qualidade do ambiente urbano, sob várias escalas, desde o projeto de componentes de uma edificação até o planejamento urbano de uma cidade, e identificar uma base para o entendimento e implementação de um desenvolvimento urbano

sustentável. Este grupo é caracterizado por um trabalho multidisciplinar, sendo formado por representantes das etapas de projeto, uso e manutenção do ambiente construído.

Stahel (apud Sperb, 2000) por sua vez, apresenta uma segunda definição de sustentabilidade, onde abordam o termo “sustentabilidade” demonstrando grandes preocupações em reduzir os processos de produção lineares, buscando minimizar o consumo de recursos naturais, assim como a produção de resíduos. Esta abordagem prioriza os processos cíclicos, através da maximização do tempo de vida útil dos produtos, da sua reutilização, reciclagem, adaptação a novas demandas da sociedade ao longo do tempo, dentre outros. Desta forma, processos naturais cíclicos podem ser definidos, em resumo, como aqueles onde os resíduos gerados tornam-se novamente recursos fechando-se um ciclo produtivo.

John (1999) afirma que o modelo de produção hoje em vigor no mundo é um modelo linear: produtos são projetados, construídos, utilizados e sucateados no lixo. Isso é válido tanto para bens de consumo não durável, como embalagens, quanto para edifícios e estradas. O processo de produção é alimentado, em grande medida, por recursos naturais não renováveis.

O autor ainda reforça que esse modelo de produção foi, de forma geral, viável até hoje. Atualmente, três dos seus problemas já são evidentes. Em primeiro lugar, para muitos materiais o volume de matérias-primas naturais já não é abundante, ou, pelo menos, seu processo de obtenção apresenta dificuldades e custos crescente. Em segundo lugar, com o crescimento da quantidade de pessoas incorporadas na sociedade de consumo, o volume acumulado de resíduos, tornando seu gerenciamento difícil. E em terceiro lugar, este modelo de produção somente foi viável até hoje devido à exclusão social: a maior parte da humanidade não participa. A inclusão de populações hoje excluídas neste modelo de bem estar agravaria a crise do modelo.

A construção civil é, em qualquer sociedade, o setor responsável pelo consumo do maior volume de recursos naturais, em estimativas que variam entre 15 e 50% dos recursos extraídos, além de seus produtos serem grandes consumidores de energia. (John, 1999).

Segundo John (1999), um novo modelo de produção é necessário, onde a utilização dos recursos empregados é otimizada e a geração de resíduos reduzida a um mínimo de resíduos reciclados.

Nessa mesma linha de pensamento, Miyatake (apud Sperb, 2000) acrescenta que a mudança de um processo linear para um processo cíclico poderá significar uma maximização do aproveitamento de matérias-primas e resíduos. Lyle (apud Sperb, 2000), por sua vez, também incentiva a realização de projetos regenerativos, compostos por processos de produção cíclicos fechados. Afirma que o homem tem utilizado recursos naturais e gerando resíduos sólidos, líquidos e gasosos acima do poder de regeneração da natureza, criando grandes impactos ambientais ao planeta, e que este cenário deve ser combatido.

Demonstrando uma grande preocupação com o meio ambiente, Lyle e Uher e Lawson (apud Sperb, 2000), afirmam que existe crescente evidência de que a habilidade do planeta terra em sustentar formas de vida tem sido reduzida, particularmente após a Revolução Industrial. Os mesmos autores acrescentam que, se não houver algum controle, este fato resultará em uma degradação irreversível do planeta, de seus ecossistemas e de seus recursos naturais, reduzindo a qualidade de vida de seus habitantes. Formas atuais de existência humana têm contribuído para uma elevada exploração de recursos consideráveis não renováveis, como os minerais e os combustíveis fósseis. A geração de emissões de gás carbônico acima da capacidade de assimilação pela natureza, a redução da camada de ozônio, a contaminação do ar, água e terra e a degradação de todo ecossistema terrestre são também fatos aparentes.

Segundo Cole e Larsson (apud Sperb, 2000) a construção, manutenção e operação das edificações exigem uma grande quantidade de recursos renováveis e não renováveis, dentre os quais encontram-se os recursos territoriais, ou seja, a contínua degradação de terras biologicamente produtivas através da urbanização. Em termos de recursos materiais, a extração, transformação, uso e disposição final dos mesmos possuem um custo ambiental, com a destruição de habitats naturais, exploração de recursos, utilização de energia, poluição do ar, da água e problemas com resíduos sólidos produzidos tanto durante a construção, quanto durante a demolição de

edificações, normalmente destinados, para depósitos de lixo urbano, os quais exigem uma área considerável, muitas vezes inseridos na zona urbana, gerando vários problemas.

Segundo Casals (apud Sperb, 2000), o processo de construção, muitas vezes, não é considerado como um agressor significativo do meio ambiente, quando comparado com as indústrias têxteis, metalúrgicas, dentre outras. Contudo, os autores acrescentam que a construção de edificações implica na extração de matérias primas, consumo de energia, geração de resíduos, etc., assim como ocorre nas demais indústrias, portanto também deve ser estudado. Neste sentido, Larsson (apud Sperb, 2000) afirma que devem existir fortes alianças entre os governantes políticos e a indústria da construção civil, para fins de consolidação de reais avanços na área ambiental, ou seja, para a melhoria da performance ambiental de edificações em geral.

Em termos de atuais avanços ambientais relacionados ao setor da construção civil, observa-se que já existem alguns métodos de análise de impactos ambientais relacionados a uma edificação, sendo que a maioria deles baseia-se no conceito de análise de ciclo de vida. Esse tipo de análise caracteriza-se basicamente por analisar um produto desde a concepção, passando pelo projeto, construção, utilização, manutenção, recuperação e chegando até a sua disposição final, pois todos os estágios de vida de um produto podem gerar impactos ambientais e devem então ser analisados.

Ainda enfatizando a análise do ciclo de vida de edificações, Angioletti (apud Sperb, 2000) apresenta alguns princípios básicos para conceber uma edificação na lógica da sustentabilidade. Dentre as principais preocupações ambientais abordadas salienta-se:

- ❖ a mínima exploração de recursos naturais (matérias primas e combustíveis fósseis) durante as fases de projeto, construção e utilização de edificações;
- ❖ a facilidade de renovação ou reforma da edificação, permitindo que a mesma se adapte às novas exigências dos usuários e permitindo uma minimização do consumo de recursos materiais e da geração de resíduos sólidos, durante a fase de utilização de edificações;



- ❖ a facilidade de desmontagem parcial ou total de edificações, a posterior reutilização de componentes e reciclagem dos materiais, durante a fase de reabilitação ou demolição final.

Como resultado de algumas análises ambientais, Hal e Dulski (apud Sperb, 2000), apresentam a situação atual de alguns países europeus. O país que demonstrou maior preocupação com o tema, possuindo um maior número de edificações com iniciativas aplicadas para preservação ambiental, dentro de um grupo formado por vinte e quatro países europeus, foi a Dinamarca. O trabalho revelou que muitos dos países investigados não possuem ainda políticas nacionais específicas para uma construção sustentável em termos ambientais, porém exemplos pontuais são encontrados com facilidade, sendo que na metade dos países pesquisados pode-se observar algum diálogo sobre o tema, entre o governo e o setor da construção civil.

Salienta-se que os impactos ambientais abordados por estes autores incluem gastos energéticos, consumo de recursos hídricos e materiais, geração de resíduos sólidos, transporte urbano, preservação do ecossistema local e saúde humana. Além disso, somente para fins de exemplificação, Bollmann (apud Sperb, 2000), apresenta as principais iniciativas da indústria de construção civil na Grã-Bretanha, Dinamarca e Alemanha, salientando principalmente preocupações com a qualidade do ar interior das edificações e com a utilização de materiais cujo ciclo de vida esteja relacionado a menores impactos ambientais.

### ***2.1 - Infra-estrutura ecológica***

Os elementos infra-estruturais (energia, comunicação, vias de acesso, água e esgotos) constituem a interface entre a edificação e a paisagem. Estabelecem fluxos de entrada e saída. Em projetos de edificações convencionais, o ingresso (entrada) depende sempre de complexas redes públicas artificiais, mais ou menos independentes e a externalização (saída) consiste em simples descarte após o uso. Isto acarreta, freqüentemente, prejuízos ao meio ambiente e conseqüentes custos para a administração pública. Entretanto, diversos fluxos energéticos atravessam naturalmente o habitat.

Podem ser captados localmente, servindo a diversos usos sucessivos, até que seja neutralizada qualquer influencia negativa ao ambiente (Adam, 2001).

Segundo Adam (2001), os quatro fluxos energéticos naturais que atravessam qualquer ecossistema são as energias do sol, do vento, da água e dos nutrientes que constituem a matéria biológica. A infra-estrutura ecológica capta esses fluxos, criando ciclos produtivos no sistema, até neutralizar efeitos nocivos.

Em projetos convencionais, a água somente é obtida através de redes públicas, captada em locais distantes e freqüentemente poluídos, para ser bombeada em grandes volumes e tratada em grandes estações centrais, até atingir um padrão global de potabilidade. Após isso, é sobre-clorada e bombeada para reservatórios elevados e, dali, conduzida pela rede urbana até as residências. No nível doméstico é, então, utilizada de modos muitos diversos: usos nobres como alimentação e bebida, que, embora consuma quantidades menores, definem as exigências de padrão sanitário global; usos onde o padrão de qualidade global não necessita realmente ser cumprido, como o esgotamento de fezes e urina, que consomem grandes volumes – 40 a 50% da água total (esta parcela não necessitaria ser tratada até mesmo padrão de potabilidade global). Após o uso residencial, as águas servidas são novamente reunidas e devolvidas ao ambiente sob a forma de esgotos poluídos, geralmente, sem maiores cuidados ecológicos (Adam, 2001).

O que pode-se perceber é que na infra-estrutura ecológica se concebe este trajeto de forma diferente: a água utilizada na habitação, transformada em esgotos, não precisa ser concebida apenas como um resíduo incômodo, que deve ser rapidamente afastado; isso não apenas produz poluição, como desperdiça o recurso nobre, que é a própria água, enriquecida com a matéria orgânica dos esgotos. Estes são um excelente insumo para a produção biológica, desde que sejam utilizadas técnicas adequadas (Adam, 2001).

Outro aspecto destacado por Adam (2001), é que numa concepção ecológica, dentro do próprio habitat construído, os esgotos podem ser tratados em nível primário (fossas sépticas, ou biodigestores, por exemplo), e complementar (em leito de evapotranspiração, por exemplo), integrando-se ao paisagismo produtivo, adubando e

irrigando culturas. Com isso, o sistema ganha em produtividade e estabilidade, eliminando a poluição hídrica e produzindo frutas, fibras e alimentos.

Por outro lado, ainda em relação ao elemento água, é interessante considerar, que, ao longo de um ano, ela flui abundante, através de qualquer habitat humano, sob a forma de chuva. Esse fluxo natural, que, em geral, é desconsiderado e totalmente desperdiçado, na verdade, pode ser captado ou interceptado por elementos construídos, tais como telhados ou vias de acesso. Já foram resolvidas todas as dificuldades técnicas, tornando-se uma tecnologia de larga utilização, com baixíssimos custos de manutenção. Essa água, uma vez estocada em cisternas, pode beneficiar diversos usos humanos, segundo padrões sanitários perfeitamente compatíveis, conferindo maiores níveis de autonomia para o sistema (Adam, 2001).

Em resumo, a infra-estrutura ecológica deverá buscar alternativas naturais de ingresso (entrada) dos fluxos energéticos no sistema. Deve garantir, também, a minimização do impacto ambiental gerado pelos fluxos externalizados (saída) buscando a criação de novos ciclos produtivos, até neutralizar o potencial poluidor, integrando o paisagismo produtivo e as edificações autônomas (Adam, 2001).

## ***2.2 - Esgoto Pluvial***

Segundo o IPEMA (Instituto de Pemacultura da Mata Atlântica, 2001):

“A água é o elemento essencial para a nossa sobrevivência e para todos seres vivos, a água potável, está se tornando cara e escassa; algumas previsões alarmistas dizem que irá faltar água potável para um futuro não muito longe. Nossa fonte mais usual de captação de água é retirada dos rios que andam cada vez mais poluídos, necessitando cada vez mais tratamentos para seu consumo. A reciclagem de água, dentro de poucos anos será uma prática que vai ganhar muitos adeptos; a água, este produto que tanto necessitamos consumir, se tornará um produto bem caro para desperdiçar”.

Nessa mesma linha de pensamento Silva (2001, p1) afirma que:

“A água existente no planeta está diminuindo, e que 1% da água existente no nosso planeta é doce, e imagine que esta quantidade está diminuindo. A água se tornará um bem valioso em um futuro bem próximo, criando uma captação da água pluvial através dos telhados das edificações, e com o auxílio de um tanque para ser o reservatório, poderemos ter água boa e de graça. Para fazermos a reciclagem da água é necessário termos alguns cuidados, dentre os quais se destaca a preocupação com a reposição de sais minerais que a água da chuva não possui, podendo repor estes minerais através de filtros de britas para adicionar sais minerais e também filtrar a água. Outro cuidado que devemos ter é em relação a chuva ácida que ocorre nas grandes cidades, mas através de uma análise química da água poderemos saber qual é o grau de acidez e utilizarmos o filtro adequado para a reutilização da mesma, ou utilizarmos somente para limpeza”.

Adam (2001, p.88) salienta que “para utilizarmos a água pluvial para consumo devemos realizar uma análise de potabilidade da água, ou utilizá-la somente para limpeza, também considera que com o uso racional dos recursos hídricos, com reciclagem da água, eliminação de desperdícios, reaproveitamento das águas servidas e das águas das chuvas, gera economia de recursos, pois reduzimos o volume de água tratada da mesma”.

Usualmente o abastecimento público de água supre as demandas de água para alimentação, higiene, limpeza e irrigação (manutenção), porém com o conceito de sustentabilidade surgiu o sistema de auto-abastecimento e reciclagem da água, que mapeia o ciclo da água dentro de um edifício, dividindo-o por graus de qualidade e tipos de consumo de água. O sistema permite conjugar o uso da água da rede pública ao uso da água reciclada proveniente das chuvas, rios e poços (Adam, 2001).

Adam (2001, p.89), afirma que é “através da qualidade da água é que definimos qual será a sua utilização, como descreve o quadro abaixo:

Quadro 1 - QUALIDADE E CONSUMO

<i>GRAU DE QUALIDADE DA ÁGUA</i>	<i>UTILIZAÇÃO</i>
Água potável	Beber, cozinhar, lavar louças, realizar a higiene pessoal
Água potável, água da chuva (possível em alguns casos)	Limpar ambientes e carros, lavar roupas, irrigar jardins
Água servida	Vaso sanitário, limpeza de calçadas, extintores

Fonte: Princípios do Ecoedifício

As estratégias de separação e consumo são flexíveis e alteráveis, segundo a cultura, os hábitos, a função arquitetônica, o clima, a tecnologia, as necessidades de cada edifício e peculiaridades do local. Cumprido um “primeiro ciclo” pode-se optar por reintrodução da água na rede pública, ou pela reutilização da mesma, respeitando do o grau de pureza para consumo (Adam, 2001).

O procedimento de filtragem das águas pluviais tem quatro etapas segundo Adam (2001, p.90):

- a) coleta na cobertura e limpeza com peneiras diferentes malhas, que retêm resíduos de tamanho maior, fixada nos tubos de queda;
- b) armazenamento em cisterna, onde há sedimentação das partículas mais pesadas, que decantam por gravidade; para as partículas muito pequenas, é interessante a coagulação artificial por meio de sulfato de alumínio;
- c) exposição aos raios solares ultravioleta e filtragem com filtro de areia;
- d) esterilização mediante cloração, por exemplo, uso de água sanitária.

Este sistema é aplicável em diferentes escalas: edifícios, condomínios e bairros e, se estudado desde o desenho arquitetônico, permite variações, diferentes metodologias de controle, até com simplificação do sistema, a partir do mesmo princípio de reciclagem da água, sempre com os devidos cuidados em relação à depuração da água. Uma opção muito comum é somente o aproveitamento das águas

pluviais, para manutenção de jardins, limpeza de automóveis e pisos (Adam, 2001). O autor reforça que caso sejam usados sistemas de bombeamento, o ideal é que sejam ativados com energia elétrica fotovoltaica e o aquecimento da água mediante o uso de coletores solares.

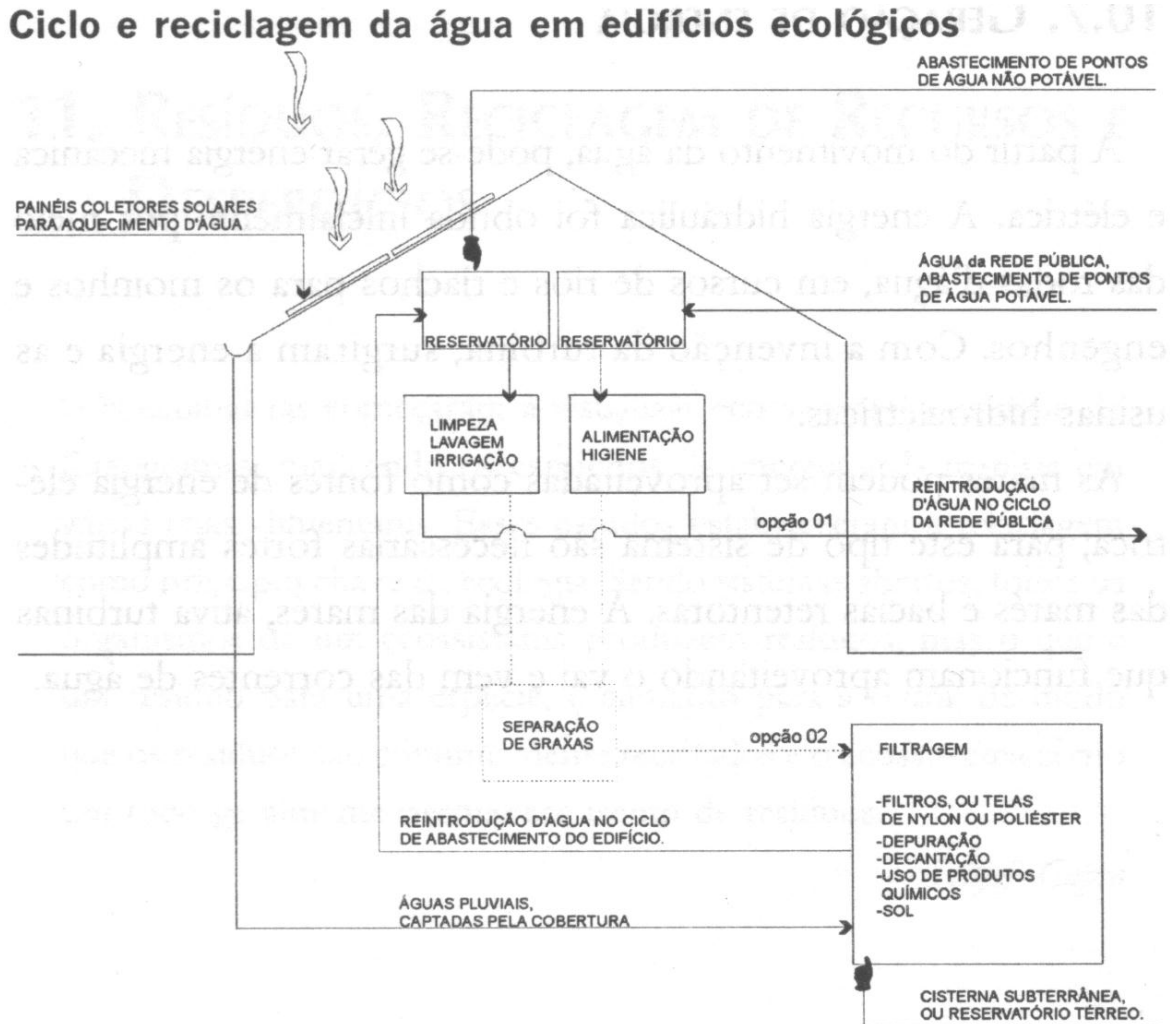


Figura 1: Ciclo e reciclagem da água em edifícios ecológicos

Fonte: Princípios do Ecoedifício

Em síntese o uso racional da água exige:

- a) equipamentos e estratégias para redução do consumo;
- b) mudanças de hábitos (gestão do usuário) e substituição da água de primeira necessidade(reciclagem);
- c) medidas de proteção e preservação do mananciais;
- d) desobstrução do solo.

Segundo Paim (1995, p. 29):

“Uma outra alternativa de economia no consumo de água tratada, que deve ser estudada, é o recolhimento de água da chuva. A água pluvial, que pode ser captada nos telhados ou interceptada pelo sistema viário, pode ser acumulada em cisternas fechadas ou lagos a céu aberto. Submetida a um tratamento simples e eficaz e barato, através de filtros lentos de areia, esta água pode ser utilizada domesticamente. Se houver dúvidas quanto à sua qualidade (o que exige estudos mais detalhados, com análises físico-químico-bacteriológico) esta água, ainda assim, poderá se destinar a usos medianamente nobres, tais como lavagem de roupas, por exemplo. Esta alternativa aqui é apontada em nível de “diretriz de estudos”, isto é, uma hipótese a ser considerada em termos de um estudo mais detalhado, no sentido de qualidade e da quantificação de ofertas e demandas de água e, também em termos de custos e benefícios financeiros. Dependendo do resultado desses estudos, pode-se chegar a um consumo final de água tratada fornecida pela rede pública de apenas 10% ou menos do usual”.

### ***2.3 – Esgoto Cloacal***

A sociedade está, cada vez mais, consumindo grandes quantidades de águas para as nossas necessidades diárias e em contrapartida estamos poluindo nossas fontes com os despejos de nossos esgotos deste mesmo uso. Tratando o esgoto estamos prevenindo e reduzindo a disseminação de doenças transmissíveis causadas pelos microrganismos patogênicos, preservando assim a fauna e a flora aquática. (Adam, 2001)

Apesar de variarem em função dos costumes e condições sócio econômicas das populações, os esgotos domésticos têm características bem definidas. Resultado do uso feito pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas podendo caracterizar o esgoto como sendo os despejos provenientes dos diversos usos das águas, tais como doméstico, comercial, industrial e agrícola. Os esgotos domésticos são uma parcela muito significativa dos esgotos sanitários, provém

principalmente de residências, edificações públicas e comerciais que concentram aparelhos sanitários, lavanderias e cozinhas (Adam, 2001).

Adam (2001) afirma que “é como líquido indispensável ao ser humano, à alimentação e à saúde, que a água exige cuidados. O tratamento da água dá-se basicamente em dois pontos: primeiro, na obtenção da água, segundo, na água com dejetos, ou água rejeitada”.

A obtenção da água é feita em etapas: captação (superficial ou subterrânea), adução, tratamento, reservação e distribuição. Parâmetros técnicos indicam que o tratamento do esgoto deve aprimorar-se, sobretudo em países pobres e em desenvolvimento, não só em função das patologias decorrentes dos esgotos a céu aberto, mas também pelas dificuldades na captação de água para distribuição, que vai sendo feita cada vez mais distante das localidades poluentes (Adam, 2001).

Nesta mesma linha de pensamento Paim (1995, p. 29) destaca que:

“Em termos prediais com relação aos esgotos, a primeira diretriz recomendada é a separação entre águas negras e águas cinzas. As águas negras são aquelas oriundas do vaso sanitário, que, em razão de grande presença de matéria orgânica, assumem uma cor escura, praticamente preta. As águas cinzas são as oriundas dos demais pontos de uso, águas geralmente saponificadas, que apresentam uma coloração acinzentada. Estas águas cinzas podem ser reunidas por uma parede hidráulica, unificando os efluentes de um conjunto de apartamentos sobrepostos; tratadas em filtros de areia; parte delas pode posteriormente ser recalçada para um reservatório superior, que abastecerá somente os vasos sanitários; a outra parte pode ser lançada na rede pluvial”.

Paim (1995) menciona que as descargas do vaso sanitário, abastecidas pelo filtro de areia, podem ser diferenciadas para fezes e urina. Com isso, pode-se obter uma redução da ordem de 40% no consumo de água neste uso. O benefício disso não se refletirá sobre o consumo global, já que se trata de uma água reusada, isto é, já consumida; mas sim, repercutirá beneficemente nas dimensões dos equipamentos de tratamento de águas negras, que são reduzidas na mesma proporção. As águas servidas



no vaso sanitário também podem ser reunidas numa mesma parede hidráulica, unificando as águas negras de cada conjunto de apartamentos sobrepostos.

Ao se estudar a problemática dos esgotos domésticos de um assentamento humano, deve-se levar em conta, em primeiro lugar, a sua drenagem natural e seu contexto ambiental mais amplo, em termos do elemento água como um todo (Paim, 1995).

Nessa mesma linha de pensamento o autor reforça que “os esgotos são a principal carga de poluição gerada por um assentamento humano, se não forem adequadamente tratados. Os esgotos domésticos, aqui, não são encarados como resíduos incômodos, que devem ser afastados, gerando poluição hídrica. Os esgotos são vistos, isto sim, como recursos úteis a serem conservados por mais tempo dentro do sistema, beneficiando a outros usos, através da sua reciclagem”.

O processo de reciclagem é, em certos aspectos bem simples, a criação de uma alternância de ambientes com oxigênio e sem oxigênio. Construir filtros com materiais porosos que irão limpar a água dos resíduos sólidos em suspensão, estes materiais porosos podem ter tamanhos diferentes para reter todos os tipos de sólidos em suspensão. A dimensão do filtro está relacionada com a demanda de águas servidas que pode ser consociada com plantas aquáticas que irão ajudar na limpeza e filtragem da água (IPEMA, Instituto de Permacultura da Mata Atlântica, 2001).

O principal responsável pela decomposição de matéria orgânica é a bactéria. Estes organismos unicelulares que podem se reproduzir em grande velocidade, a partir da matéria orgânica disponível. A capacidade de sobreviver dentro de uma variedade de condições ambientais é uma característica da bactéria. Um grupo delas, as chamadas aeróbicas, só vivem e se em um meio que contém oxigênio molecular livre (atmosférico ou dissolvido na água). Outro grupo, as anaeróbicas, não necessitam, por sua vez de oxigênio livre e morre quando estão em ambiente com oxigênio. As bactérias decompõem as substâncias orgânicas complexas dos esgotos (carboidratos, proteínas e gorduras) em materiais solúveis. O ambiente filtrante (brita, areia, pedriscos e terra) é responsável pela remoção de grande parte da matéria orgânica como as gorduras.

Quanto maior o numero de ambientes anaeróbicos e aeróbicos, maior será a eficiência do sistema de tratamento (IPEMA, Instituto de Permacultura da Mata Atlântica, 2001).

#### **2.4 - Lixo**

Segundo Viegas (2000, p.1):

“Um novo milênio se inicia, trazendo consigo uma excelente oportunidade de renovar e aprimorar conceitos, práticas e atitudes. Neste contexto, uma nova visão ambiental empresarial desponta, tendo como base conceito de ecoeficiência. definida pelo “World Council for Sustainable Development” como a produção de bens e serviços a preços competitivos, que tragam satisfação e qualidade de vida ao consumidor. Ao mesmo tempo em que se reduz a geração de poluentes e o uso de recursos, considerando todo seu ciclo de vida, a um nível que seja no mínimo o que se estima ser suportado pela Terra, a ecoeficiência traz em si a necessidade de uma nova atitude empresarial, que deve buscar sempre a excelência, produzindo mais produtos com menos resíduos, reduzindo o desperdício e a geração de lixo e otimizando o aproveitamento das matérias-primas”.

A reciclagem de diferentes materiais é um aspecto importantíssimo do processo de busca da ecoeficiência, uma vez que implica em diminuição da geração de lixo, ao mesmo tempo em que se preservam as fontes de matérias-primas. Reduzir a poluição através do uso racional de matéria-prima, água e energia significa uma opção ambiental e econômica definitiva; diminuir os desperdícios implica em maior eficiência no processo industriais e menores investimentos para soluções de problemas ambientais (Viegas, 2000).

Definições de sustentabilidade mencionam responsabilidades quanto ao emprego mais eficiente possível de recursos naturais, de maneira que seu emprego não prejudique as gerações futuras. Relacionando esta definição com produção mais limpa (menor quantidade de resíduos), pode-se observar que produzir sustentavelmente

significa, em palavras simples, transformar recursos naturais em produtos e não em resíduos (Villela, 2000).

Para resolver o problema do lixo, o ideal seria reduzir a sua geração, racionalizando o uso de materiais com a reutilização dos produtos antes de descartar, e reciclar, ou seja, possibilitar que ele retorne ao ciclo de produção. Segundo Veríssimo (1999), “a importância da reciclagem está ligada à idéia de reaproveitamento, economia de materiais, recursos naturais, energia, atividades que trazem os inúmeros benefícios”.

Bastos (2000, p. 2), afirma que:

“Temos que começar a mudança nas residências, diminuindo o desperdício nas cozinhas e separando o que resta e enviando aos locais apropriados para reciclagem, reutilização ou decomposição. Pode-se começar exigindo das autoridades locais o efetivo cumprimento de uma de suas principais funções, a de coletar e dispor corretamente os resíduos, e mais, olhar para ele de maneira inteligente, dando outro tratamento a tudo o que se insiste em rotular de “lixo” e que sabiamente pode ser matéria-prima a alimentar pequenas e médias indústrias de reciclagem em funcionamento - e inúmeras outras que poderiam ser criadas, obviamente respeitando-se a viabilidade econômica”.

Segundo Bastos (2000), não há como contestar a relação direta existente entre poluição e desperdício. Tudo o que lançamos nos aterros e “lixões”, nos rios ou na atmosfera, já foi um dia um produto acabado para o consumo, uma matéria-prima, uma embalagem e já nos custou muitos investimentos em dinheiro, trabalho humano e recursos naturais. Apenas por nossa visão equivocada do que é “inversível”, é que o lixo doméstico e os resíduos industriais são rebaixados a categoria de inúteis.

Atualmente, o reaproveitamento de “lixo” que não é “lixo” e educação ambiental estão intimamente associados. A partir da conscientização da comunidade da valorização do trabalho dos catadores e de medidas simples como a colocação de caçambas de coleta exclusiva de recicláveis em pontos de grande fluxo de pedestres e veículos, damos os primeiros passos rumo a um futuro melhor para toda a sociedade,

pautando nos princípios de qualidade de vida que rege toda a idéia de reciclagem (Villela, 1999).

Frases como “não agridem o ambiente” ou “produto reciclável” cada vez mais aparecem nos rótulos dos produtos, só que o consumidor não tem como se certificar que realmente está comprando um produto produzido com base na preservação ambiental, com preocupações ambientais (Veríssimo, 1999).

Segundo Muniz (2000), o Brasil já está entre os países que mais reutilizam o alumínio, em especial das latas, cada dia mais usadas como vasilhames de cerveja e refrigerantes, em substituição ao vidro. Depois do alumínio, cresce também a reciclagem de PET, o plástico que também substitui o vidro e as latas como vasilhame de bebidas e alimentos variados, óleos e produtos químicos. A utilização de PET se ampliou a níveis perigosos no Brasil nos últimos dez anos, gerando um grave problema ambiental, pois trata-se de uma resina com um prazo de decomposição estimado em 100 anos, para o que ainda não houve uma constatação nos fatos.

O mesmo autor reforça que o PET é um material criado a pouco mais de meio século, por isso também sua reciclagem é mais recente e ainda não se desenvolveu no Brasil uma rede de coleta popular como aquela de que dispõem as latas de alumínio e o papel. O mercado se organizou para a venda da indústria até os milhões de consumidores, mas o fluxo inverso, que faz confluir o material usado dos lares para as instalações de reciclagem, não foi pensado.

Uma boa notícia é que foi introduzido no Brasil um equipamento que transforma os plásticos PET em barras semelhantes a estacas de madeira e que podem servir de matéria-prima para construção de cercas, bancos, caramanchões e até quiosques. Os plásticos são derretidos a altas temperaturas e moldados na forma de barras num equipamento operado por duas pessoas e com capacidade para reciclar 11 toneladas de material por mês (Muniz, 1999).

Acredita-se que não serão apenas leis punitivas que vão frear a alta velocidade com que poluímos nossos rios e entupimos nossos saturados aterros sanitários.

Precisamos sim, obedecer as mais antigas leis econômicas e naturais e mudar nossa arraigada cultura do desperdício, que se esquece que na natureza nada se perde (Bastos, 2000).

Apesar da evolução existente no Brasil em relação aos materiais recicláveis, ainda perde cerca de 3 bilhões de dólares por ano em possibilidades não aproveitadas na reciclagem de seu lixo. Na experiência mais ampla e antiga, a coleta seletiva de lixo ajudou a fazer de Curitiba uma das capitais de estado mais limpas e com menos problemas sociais do Brasil. A cidade chegou a recuperar, no ano passado, 16% de seu lixo doméstico, aproximando-se do nível de 25% da Alemanha. Isto gerou em Curitiba 20.000 empregados diretos e indiretos, incluindo 4 mil coletores independentes (Muniz, 2000).

O Brasil produz hoje algo em torno de 240 mil toneladas de lixo por dia e o destino de 75% desses restos tidos como inúteis, indesejáveis ou descartáveis ainda são os abomináveis lixões a céu aberto. Os aterros controlados recebem 13% desse volume, nos aterros sanitários são depositados 10% e apenas 1% é encaminhado para tratamento. É uma estatística muito pobre para um lixo avaliado como um dos mais ricos do mundo (Muniz, 1999).

O lixo é conhecido como sendo basicamente todo e qualquer resíduo sólido proveniente das atividades humanas ou geradas pela natureza. Cerca de 35% do lixo que vai para aterros é composto por materiais que poderiam ser reciclados ou reutilizados. Dados disponíveis sobre desperdício no Brasil indicam índices em torno de 40 bilhões de dólares anuais, envolvendo 35% da produção de hortifrutigranjeiros, 33% de material na construção civil, 20% da produção de grãos por armazenamento inadequado e 6,6% da produção de leite (Veríssimo, 1999).

Cerca de 90% do lixo produzido nos escritórios brasileiros compõem-se de papel reciclado; estima-se que 35% do papel produzido no país nos últimos 10 anos são originados de matéria-prima reciclada. Nos EUA, esse número é de 27,6% e no Canadá cai para 10,8% (Muniz, 1999).

Segundo Muniz (1999), dar ao papel nova vida através da reciclagem é uma atitude que gera retorno econômico e ecológico. Estatísticas do Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem) mostram que cada tonelada de papel reciclado pode substituir o plantio de até 350m<sup>2</sup> de monocultura de eucalipto, além de economizar 20 mil litros de água e 1,2 mil litros de óleo combustível. Sem falar que cada 50Kg de papel reciclado evitam cortar uma árvore de sete anos.

Quando se pensa que 65% do lixo urbano coletado no país compõem-se de matéria orgânica (restos vegetais e animais) e que apenas 1,5% desse total passa pela compostagem (técnica que transforma essa matéria-prima em fertilizante bom e barato), dá para se ter uma idéia do quanto se perde com a conduta de desperdício do brasileiro (Muniz, 1999).

Muniz (1999) reforça ainda que hoje, o destino mais certo para essa biomassa produzida nas cidades são os aterros e os lixões a céu aberto, o que gera sérios problemas sanitários. Além de poluir o ambiente, a disposição inadequada desses resíduos cria focos de doenças infecciosas. Em muitos casos, a alternativa tem sido os aterros controlados que na verdade são lixões sobre os quais se joga terra. “É como jogar sujeira debaixo do tapete. Um dia o monte ficará tão grande que tropeçaremos nele”.

Um dos maiores problemas que obstruem o desenvolvimento da reciclagem no Brasil é a falta de informações corretas transmitidas a população, que deve atuar como um importante parceiro nesse progresso. Deve-se mostrar os benefícios que podem ser obtidos com a reciclagem, para que a sociedade cobre esse serviço como algo tão importante quanto a educação e saúde (Viegas, 2000).

É preciso lembrar, entretanto, que a reciclagem deve ser o passo final do processo; primeiro é preciso reduzir a geração de resíduos e racionalizar o uso de materiais; depois, reutilizar os produtos antes de descartá-los, para finalmente reciclá-los, fazendo-os voltar sob a forma de novos produtos (Veríssimo, 1999).

O segredo para êxito de projetos de preservação ambiental está na sua sustentabilidade econômica. Os negócios que se concretizam nas diversas etapas envolvidas são a garantia para a perenidade e aperfeiçoamento de tais iniciativas. Neste contexto, a reciclagem tem-se mostrado excelente oportunidade de alavancagem de novos empreendimentos, traduzindo-os em geração de emprego e renda para diversos níveis de pirâmide social. Um aspecto que merece destaque é o fato de o mercado de materiais recicláveis (que conhecemos por lixo) e reciclados estar ao alcance do micro e pequeno empresário (Vilhena,1999).

Segundo Salej (1999, p. 5):

“A reciclagem tem sido considerada uma prática da sustentabilidade, mas, por si só, não pode ser considerada uma solução para o problema dos resíduos industriais e domésticos. Precisamos entender que a solução deve ser um “mix” de atitudes que nos leve a trilhar um caminho mais abrangente, que englobe as abordagens de minimização dos resíduos na fome e reutilização de produtos e embalagens. Somente após esgotadas essas opções, os resíduos deverão ser reciclados, via reutilização ou recuperação, de tal modo que a disposição final em aterros sanitários seja a menor possível. Alguns materiais como papel, plástico, vidro e alumínio, por seu apelo econômico e facilidade de mercado, dispõem de um sistema relativamente eficiente de coleta”.

Salej (1999), considera ainda que: “os chamados resíduos especiais, que possuem características de periculosidade, como pilhas, baterias, lâmpadas com mercúrio, óleos usados e inúmeros outros resíduos industriais, o problema é maior”.

Acrescente-se a essa situação a falta de tecnologia de processamento de resíduos, que muitas vezes não permite a reciclagem e aumenta a demanda por aterros sanitários e/ou indústrias. Todos esses e vários outros fatores têm de ser revertidos para possibilitar a eliminação de resíduos intratáveis e o surgimento, no Brasil, de uma verdadeira e lucrativa indústria da reciclagem (Salej, 1999).

Segundo Vilhena (1999, p.3):

“Diversos setores da sociedade passam a contribuir multidisciplinarmente com propostas que tendem a se fundir, fazendo emergir novas posturas que envolvem vários segmentos agrupados, ao invés de iniciativas pulverizadas e perecíveis do passado. A reciclagem é mola propulsora deste processo, pois o conceito abrange diversos aspectos técnicos, econômicos e sociais da relação Homem x Meio Ambiente. Entender a importância da reciclagem é o primeiro passo, mas saber praticá-la é o desafio maior. Ao contrário do que muitos imaginam, a relação custo/benefício de um projeto de reciclagem bem gerenciado pode apresentar resultados positivos surpreendentes”.

Vários setores públicos ou privados estão conscientes dos impactos ambientais causados pelo destino incorreto dos nossos lixos (residenciais e industriais). Sabendo que a maior parte dos lixos produzidos são residenciais, alguns condomínios preocupados com a esta importante questão, estão tentando amenizar o problema através da implementação de programas de coleta seletiva para reciclagem do lixo (Villela, 1999).

Um exemplo da preocupação com a reciclagem do lixo são moradores do condomínio Trafalgar Square de classe média, localizado no Estado de São Paulo, composto por 72 apartamentos distribuídos em 24 andares, com uma população em torno de 350 pessoas. O programa de coleta seletiva em janeiro de 1999, após este período passou a recolher mensalmente mais de uma tonelada de material reciclável: papel, metal, plástico e vidro, que retorna à indústria através de canais qualificados e permanentemente administrados pela Comissão organizadora do programa. Em 17 meses de reciclagem o condomínio recolheu mais de 20 toneladas de material inorgânico reciclável. Visando ampliar sua meta de reciclagem, atualmente também é realizada no condomínio a coleta de material orgânico para fins de compostagem. (Faria, 2000)

Desde o início do projeto já foram arrecadados 13.781 Kgs de papel (295 árvores poupadas e 1 bilhão e meio de litros de água); 2700 Kg de plástico (material suficiente para produzir mais de 37.000 latinhas de refrigerante/cerveja) e 3.670 Kgs de



vidro (material suficiente para produzir mais de 3.670 sem envolver matéria prima adicional).

O programa implantado ampliou o seu escopo inicial e passou a atingir também aspectos sociais:

- A seguir os novos passos do programa, que são:
- ❖ Coleta e reciclagem de material orgânico;
- ❖ Criação de mini-hortas, onde nossas crianças plantam pequenos vegetais em terra adubada pelo composto orgânico gerado pelo próprio condomínio;
- ❖ Equacionamento da coleta de outros materiais, como tetrapak, isopor e baterias de celular;
- ❖ Divulgação do programa junto a condomínios vizinhos, buscando aumentar o volume da coleta e obter maiores condições de negociação junto às empresas coletoras;
- ❖ Educação de adultos – curso de alfabetização para os funcionários do condomínio e contatos com outros condomínios da região.

Outro condomínio que conseguiu incentivar e aplicar a política relacionada a questão do lixo foi o condomínio João Moura de São Paulo, onde além conseguirem todos os benefícios já mencionados no condomínio anterior foram criadas oficinas (de papel reciclado e de confecções de brinquedos) destinadas as crianças do condomínio (Faria, 2000).

Estes condomínios citados servem de exemplo para a edificação em estudo, já que não existe nenhuma perspectiva relacionada à coleta seletiva e reciclagem do lixo. Este tipo de programa poderia facilmente ser implantado - pois os moradores consideram de grande importância atitudes relacionadas à preservação do meio ambiente - através de incentivos e conscientização sobre a importância da reciclagem, redução do desperdício (materiais orgânicos e inorgânicos) e cartilhas informativas com conteúdo de educação ambiental para preparar os moradores sobre a futura mudança de

hábitos. Além de trazer lucros o programa ajudaria a amenizar as despesas relacionadas ao condomínio.

## 2.5 - Água

A água potável é recurso que se torna cada vez mais escasso e deverá faltar. A ONU informa que, a cada dia morrem cerca de 25 mil pessoas no mundo na maioria crianças, em consequência de doenças causadas pela ingestão de água sem qualidade adequada. ( Adam, 2001)

Segundo Adam (2001) muitas enfermidades, principalmente nos países pobres e em desenvolvimento, são consequências de um meio ambiente insalubre: parasitoses, infecções intestinais, febre tifóide e cólera propagam-se em áreas sem saneamento básico, sem tratamento de esgoto e sem adequada coleta de lixo.

A hidrosfera da Terra compreende os lagos, as águas subterrâneas e os oceanos, sendo que estes últimos cobrem a grande maioria da sua superfície e desde tempos imemoriais o ser humano vem utilizando e explorando os ecossistemas aquáticos do mundo encontrados em sua hidrosfera. Na verdade estima-se que das águas existentes no nosso planeta 99% não estão disponíveis para o uso, pois 97% são salgadas e estão nos oceanos e 2% nas geleiras o que as tornam inaproveitáveis. Sobra apenas 1% que se constitui em água doce. (Santos, 2001)

Portanto, os ecossistemas hídricos são tão importantes que sem eles não haveria vida como conhecemos, daí a importância do estudo das águas e principalmente porque a sua biodiversidade é uma das menos conhecidas.

Segundo Santos (2000), a explosão demográfica humana vem libertando em suas atividades o derramamento de dejetos e substâncias tóxicas no meio ambiente, poluindo, principalmente, os recursos hídricos mundiais, a ponto de torna-los sem vida, ante a destruição do plancto. Quanto aos rios o problema de poluição é gravíssimo porque suas águas se deslocam desaguando em rios maiores levando os elementos poluentes a

centenas ou milhares de quilômetros de onde foram jogados, poluindo assim grandes bacias hidrográficas que terminam no oceano. Com referência aos lagos e pântanos de água doce o problema é mais crítico ainda, pois estes ecossistemas formam habitats fechados ou ilhados, de modo que a poluição contínua vai se acumulando até chegar ao extermínio da vida, porque não há possibilidade de recuperação em grande escala.

Somente com a mudança de nossos hábitos através de uma educação ambiental e a diminuição dos fluxos de contaminação é que poderemos modificar a situação, portanto a degradação do ambiente hídrico tem tomado grandes proporções diminuindo os recursos desta natureza, tornando-se cada vez mais escassos, mostrando a ocorrência de uma verdadeira crise da água (Santos, 2000).

Isto faz necessário encontrar medidas para diminuir seu consumo, bem como evitar desperdício e ainda propiciar recursos econômicos para a sua manutenção. Uma das formas encontradas é justamente cobrar pela sua utilização, surgindo assim o usuário – pagador, que está associado a figura do poluidor-pagador.

Segundo Santos (2001), a quantidade de água existente no planeta Terra é de 1,6 bilhões de  $\text{Km}^3$ ; 1.350.000.000  $\text{Km}^3$  de água salgada; 29.000.000  $\text{Km}^3$  de água doce congelada nas geleiras e calotas; 8.600.000  $\text{Km}^3$  de água doce nos continentes e sob eles; 13.000  $\text{Km}^3$  na forma de vapor de água na atmosfera.

A população mundial está esgotando os recursos do planeta num ritmo sem precedentes e insustentável, precisa ser contido rapidamente para evitar um desastre global, em especial com a escassez da água.

A população mundial, que dobrou para 6,1 bilhões nos últimos 40 anos, deve saltar 50% - segundo a projeção – dentro de mais meio século, para bilhões. Todo o crescimento se dará no mundo em desenvolvimento, cujas reservas já estão super exploradas. No presente, 54% das reservas disponíveis de água doce são utilizadas a cada ano; essa cifra deve subir para 70% em 2025, só com o crescimento populacional. Se o nível de consumo nos países em desenvolvimento alcançasse o do mundo desenvolvido, o uso saltaria para 90% (Adam, 2001).

Segundo Adam (2001), alguns dos fatores que contribuem para a poluição da água:

- a) falta de consciência ecológica, onde imperam a poluição, o desmatamento e o descaso com nascentes e fundos de vale;
- b) falta de planejamento, política, legislação e fiscalização, que delimitem áreas de proteção e preservação ambiental;
- c) mares, mananciais, rios e afluentes são tratados como canais de esgoto e acabam recebendo toda a sorte de poluentes: agrotóxicos, dejetos industriais, esgotos domiciliares (coliformes fecais), esgotos clandestinos – o nível de coliformes fecais e resíduos na água aumenta com o crescimento desordenado das cidades; com isso o tratamento químico da água torna-se cada vez mais forte e mais caro;
- d) a devastação das matas ciliares e da vegetação nativa, não só contribui para contaminação da água, como também para o assoreamento do leito dos rios e bacias hidrográficas;
- e) os lixões a céu aberto (aterro para resíduos), contaminam os lençóis freáticos, por vezes localizados logo abaixo no subsolo; muitos lixões surgem nas regiões ribeiras e áreas de mananciais, que são justamente nossas fontes de abastecimento de água.

A “morte” de rios, lagos e mares representam a falência dos ecossistemas; portanto, despoluição e desintoxicação são e serão caminhos inadiavelmente enfrentados. Consumo, abastecimento e tratamento de água devem ser considerados com mais atenção no planejamento urbano, e na fiscalização ambiental (Adam, 2001).

As praias também registram os efeitos ambientais dos resíduos de lixo, esgoto e das ocupações irregulares. A população banha-se numa mistura, cuja química ela mesmo elabora, de águas negras dos esgotos, plásticos, latas, sujeira e água do mar. Outro dos grandes fatores poluidores das águas marinhas é o petróleo. São desastres ecológicos que vão desde vazamentos nas plataformas submarinas até acidentes com navios em portos e alto mar (Adam, 2001).

Segundo Deconto (2001), a água está se tornando um bem de consumo de custos crescentes e cada vez mais rara. O Brasil detém aproximadamente 8% da água utilizável do mundo. Mas a situação não é das mais confortáveis: cerca de 80% das águas nacionais estão na Amazônia, onde se encontram apenas 5% dos brasileiros; os outros 20% tem de abastecer 95% da população, por isso o seu uso racional é prioritário. O autor reforça que somente 7% dos esgotos gerados no Brasil são adequadamente tratados; os 93% restantes ou não possuem tratamento; grande parte dos rios urbanos tornou-se verdadeiros depósitos de lixo.

Deconto (2001), afirma ainda que: “a vida emerge de uma fonte de água potável. Para o ser humano, água é líquido indispensável, que flui no corpo e mantém a boa saúde. Estima-se que um ser humano consuma, para sua necessidade mínima, cerca de 2 mil metros cúbicos de água por ano”.

A depredação do meio ambiente, aliada à ocupação irracional sobre os mananciais, onde a água brota, estão transformando rios e reservatórios, estratégicos para a vida animal e vegetal, em canais de detritos industriais e domésticos. Apesar de parecer distante do problema e possuir a maior reserva de água do planeta – cerca de 8% da água doce disponível – o Brasil também sofre com a falta do líquido precioso. A situação mais grave é demonstrada no noroeste, quando milhares de pessoas morrem anualmente pela falta do principal combustível do corpo (Adam, 2001).

Na verdade, o ser humano ainda não se apercebeu que sua ação intensiva contra a natureza tornou-se um fato perigoso, que está afetando todos os viventes da Mãe Terra, plantas e animais. Ele parece não entender que a movimentação das águas que saem da fonte, que formam o pequeno riacho, caem nos grandes rios e acabam se infiltrando nos mananciais subterrâneos; e também chegam aos mares e aos pólos (Deconto, 2000).

Atualmente a preocupação com a possibilidade de falta de água dentro de poucos anos está levando o poder público e a coletividade a repensar o seu modo de tratar os recursos hídricos. Cada um pode colaborar um pouco para evitar que este precioso bem venha a faltar, bastando tomar algumas medidas simples (Santos, 2000).

Neste processo todos nós devemos evitar desperdícios, já que este importantíssimo produto está se tornando cada vez mais escasso, ante o aumento de consumidores e a degradação dos recursos hídricos disponíveis.

Uma grande questão a ser discutida em relação a água é o desperdício; o poder público cobra caro nas contas de água e esgoto, pois os gastos de tratamento e bombeamento são altos. Existe também o impacto ambiental de estar retirando uma grande quantidade de água limpa dos recursos hídricos e água retornada suja na forma de esgotos (Deconto, 2000).

No Brasil o desperdício de água chega a 70% e nas residências; onde aproximadamente 78% do consumo de água de uma residência é gasto no banheiro. Tudo isto pode mudar com simples mudanças de hábitos (Deconto, 2001).

Temos no Brasil alguns dos maiores recordes encontrados no Planeta Água: maior rio do Mundo (rio Amazonas com 7.025 Km de extensão), quedas de água com os maiores fluxos de água do Planeta (Guairá com 13.301.000 m<sup>3</sup> por segundo de água – hoje encoberta sob o lago de ITAIPU, Queda de Paulo Afonso no rio São Francisco com 2.830.000 m<sup>3</sup> por segundo; temos ainda um dos maiores lagos do planeta, a Lagoa dos Patos com 10.144 Km<sup>2</sup> de área e com profundidade de 6,75m) (Santos, 2000).

Segundo Santos (2001), 30 milhões de habitantes dos 150 milhões do Brasil não recebem água tratada; 92% do esgoto produzido no país é lançado nos rios e no mar sem qualquer tratamento; os rios são responsáveis por 51% do consumo de água no país e ainda todos os dias são lançados 10 bilhões de litros de esgoto nos rios e no mar.

Na realidade, sabemos que, no Brasil, além dos problemas de poluição dos reservatórios naturais e dos processos desordenados de urbanização e industrialização, tem como causa de degradação da qualidade da água o desperdício provocado por escoamento defeituoso nas tubulações e o desperdício doméstico (Andrade,2001).

É como líquido indispensável ao ser humano, à alimentação e à saúde, que a água exige cuidados. O tratamento da água dá-se basicamente em dois pontos: primeiro, na obtenção da água, segundo, na água com dejetos, ou água rejeitada (Adam, 2001).

Segundo Paim (1995, p. 28):

“O consumo da água da rede pública no ambiente doméstico pode ser minimizado através de algumas técnicas alternativas. O ponto de desperdício mais gritante é nas descargas do vaso sanitário que correspondem a cerca de 40 a 50% do consumo global. A vazão das descargas é dimensionada apenas para a pior situação, isto é, para a expulsão de fezes; porém, um número muito maior de descargas diárias é utilizado para expulsar urina (cerca de 4 para 1), que necessita de apenas metade da vazão. Já são de uso convencional em países da Europa, Japão e EUA, caixas de descarga diferenciada para fezes e urina, esta última, com meia vazão; podem ser facilmente projetadas e produzidas. Isto, isoladamente, representará uma economia de cerca de 20% no consumo doméstico global da água”.

Por outro lado, 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 (Paim, 1995).

## **2.6 - Energia**

Hoje em dia, as edificações também devem ser vistas como um elemento que precisa ter eficiência energética. Segundo Lamberts (1997), “a eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia”.

Muito se tem ouvido falar em economia de energia elétrica em edifícios. Além das campanhas contra o desperdício que vêm sendo feitas, surgem cada vez mais equipamentos de baixo consumo e maior eficiência energética como alguns eletrodomésticos e lâmpadas fluorescentes compactas. Entretanto, além da utilização destes recursos tecnológicos, a elaboração de projetos que incluam estudos sobre o comportamento energético do edifício pode melhorar a eficiência da arquitetura (Lamberts, 1997).

Segundo Lamberts (1997), para superar a crise, a produção de eletricidade teve de crescer muito, entretanto, esta alternativa traz os inconvenientes do impacto ambiental causado por novas usinas, como: as possíveis inundações e deslocamentos de populações (hidrelétricas), a poluição e os riscos com a segurança pública (termoelétricas e nucleares). Além disso, a exigência de grandes investimentos do governo nestes projetos implica a redução dos investimentos em outras áreas (saúde, educação e habitação), antagonizando a idéia de progresso embutida nessa política.

Conforme Lamberts(1997, p. 151):

“A alternativa que se mostra mais adequada a esse quadro é aumentar a eficiência no uso de energia. Segundo Geller, apud Lamberts, é mais barato economizar energia do que fornecê-la, pois se reduz, passando aos fabricantes de equipamentos e aos consumidores os investimentos necessários. Também se reduzem, com essa solução, os custos de produção de materiais construtivos, como o aço e o alumínio, tornando seus preços mais baixos no mercado interno e competitivo no externo. Vale a pena ressaltar que a energia elétrica passa por três fases distintas até chegar na edificação: geração, transmissão, distribuição e consumo. Quanto maior for o desempenho dos componentes de cada uma destas fases, menores serão as perdas de energia do processo como um todo. Aos arquiteto e engenheiros cabe a concepção de projetos que possibilitem a execução de edifícios mais eficientes, ignorando com essa postura o conforto dos usuários e o uso racional da energia”.

O consumo das edificações residenciais, comerciais e públicas no Brasil, corresponde a 42% do total. Em 1992, isto representou 96 TWh (Tonelada de Wats



hora) de consumo, o que analogamente equivale semelhante a duas hidrelétricas iguais a Itaipu. No setor residencial, o consumo de energia chega a 23% do total nacional, sendo que nos setores comercial e público chega a 11% e 8% respectivamente (Lamberts, 1997).

Observa-se que a maior parte da energia consumida em residências (68%) destina-se a geladeiras, chuveiros e lâmpadas. Ao ar condicionado, apenas 7% do total é destinado, porém o uso deste aparelho a nível nacional é ainda pequeno (apenas 6% das residências possuem ar condicionado). Isso indica que, com o desenvolvimento social crescente e a pouca qualidade das construções atuais, a aquisição desse aparelho será cada vez mais significativa, podendo se tornar um problema em breve (Lamberts, 1997).

O consumo de energia elétrica no setor residencial foi o que mais cresceu nos últimos anos, sendo que o consumo total de energia no país quase triplicou nos últimos dezoito anos. Neste ritmo, o potencial elétrico instalado no Brasil se tornará insuficiente em breve, tornando inevitável construção de novas usinas e o conseqüente impacto ambiental. Também é importante ressaltar que as reservas de combustíveis necessários às usinas termelétricas vão diminuindo com o tempo e que não é possível construir usinas hidrelétricas indefinidamente, pois são limitados os locais que viabilizam sua implantação. Este cenário torna evidente para o mercado futuro de energia elétrica a necessidade de conservação (Lamberts, 1997).

Na percepção de Lamberts (1997), o aquecimento de água pode representar uma grande fatia do consumo de eletricidade em edificações. Os sistemas mais comuns são: o chuveiro elétrico, o aquecedor elétrico de passagem, o aquecedor elétrico de acumulação, o aquecedor a gás de passagem, o aquecedor a gás de acumulação e o aquecedor solar de acumulação.

Lamberts (1997,p.98) afirma que:

“A grande maioria das residências brasileiras utiliza chuveiro elétrico e o seu consumo representa certa de  $\frac{1}{4}$  do consumo total da residência. O nível de conforto proporcionado é pequeno, mas são inquestionáveis o baixo preço desse equipamento e sua facilidade de instalação e manutenção. Entretanto, a

ausência de instalação de água quente na maioria das casas dificulta a incorporação de outras formas de aquecimento de água. Isto faz com que a medida que o usuário busque maior conforto maiores potências sejam instaladas, gerando sérios problemas para o setor elétrico”.

Outro aspecto levantado por Lamberts (1997), é: “os sistemas de aquecimento elétrico instantâneo (chuveiro elétrico e aquecedor elétrico de passagem) que exigem investimentos elevados com infra-estrutura elétrica tanto por parte do usuário quanto por parte da concessionária de energia – respectivamente pela sobrecarga na instalação elétrica”.

Segundo Lamberts (1997), a função de um sistema de controle de luz é fornecer a quantidade adequada à quantidade necessária, enquanto minimiza o consumo de energia elétrica. O controle da luz elétrica pode ser feito através de vários dispositivos. A distribuição racional dos circuitos permitirá acionamentos independentes das luminárias, proporcionando a redução do consumo de energia. O controle pode ser ainda automático, através de sensores de ocupação, sistemas com controle fotoelétrico e sistemas de programação de tempo.

→ sensores de ocupação: os sensores de ocupação são dispositivos de controle que respondem à presença e à ausência de pessoas no campo de ação do sensor. O sistema consiste em um detector de movimento, uma unidade de controle eletrônica e um interruptor controlável. O detector de movimento sente o movimento e envia o sinal apropriado para a unidade de controle. A unidade de controle, então, processa o sinal de entrada para fechar ou abrir o relé que controla a potência da luz.

→ sistema por controle fotoelétrico: este sistema possui sensores que identificam a presença de luz natural, fazendo a devida redução ou até mesmo o bloqueio da luz artificial através de *dimers* controlados automaticamente. Quanto maior a quantidade de luz natural disponível no ambiente, menor será a potência elétrica fornecida às lâmpadas e vice-versa.

→ sistema de programação de tempo: estes sistemas são projetados para reduzir o desperdício de luz, gerenciando eficientemente o ligar e o desligar dos sistemas de iluminação em edifícios. Funcionam através do desligamento ou diminuição da luz durante os horários quando não há ocupantes num ambiente do edifício ou quando há trabalhadores desempenhando tarefas que não requerem níveis mais altos de luz, isto é, tarefas de limpeza após o horário comercial.

Outro controle da luz elétrica que pode ser feito é através de temporizadores e *dimers*. Os temporizadores ou minuteiras são muito usados nos corredores de edifícios. A pessoa que entra no prédio ativa o temporizador, que acende as lâmpadas por um período de tempo preestabelecido, suficiente para o usuário chegar ao seu local de destino. Após o tempo programado, o temporizador desativa as lâmpadas, evitando o desperdício de energia (Lamberts, 1997).

Um dos sistemas de redução do consumo da energia elétrica ecologicamente correto é a energia solar que traz inúmeras vantagens, além de suprir todas as necessidades de uma edificação.

Segundo Bahia (2000), a energia solar como o próprio nome já diz, é uma energia que vem do sol, sendo irradiada continuamente por este astro. Para se ter uma idéia, em apenas um segundo o sol produz mais energia (internamente) que toda a energia usada pela humanidade desde o começo dos tempos. Uma outra forma de se exprimir esta imensa grandeza energética, basta dizer que a energia que a terra recebe por ano vinda do sol, representa mais que 15.000 vezes o consumo mundial anual de energéticos.

Este processo já ocorre a milhões de anos no núcleo do sol para a sua superfície de onde é emanada em todas as direções, levando cerca de oito minutos para chegar ao planeta terra, que está a quase 150 milhões de quilômetros de distância. A energia solar viaja no espaço a velocidade luz que é de 300.000 Km/s (Bahia, 2001).

Bahia (2000, p.1), afirma que:

“A energia vem de dentro do próprio sol, que como outras estrelas, é uma grande bola de gás feita basicamente de Hidrogênio e Hélio. O sol gera energia em seu núcleo por um processo conhecido como fusão nuclear. Durante a fusão, ocorrem temperaturas e pressões externamente altas que fazem o átomo de Hidrogênio ter seu núcleo fundido ou combinado. Quatro núcleos de Hidrogênio fundem-se tornando um átomo de Hélio. Mas o peso atômico do Hélio é menor que os quatro núcleos combinados na sua formação, fazendo então que a matéria perdida seja emitida para o espaço na forma de radiação”.

Do total de energia emitida pelo sol, apenas 15 por cento chega a Terra, outros 30 por cento é perdido na evaporação da água a qual sobe para a atmosfera produzindo chuva. A energia solar é também absorvida pelas plantas, pela terra e oceanos (Bahia, 2001).

Adam (2001), considera que a luz e calor solar propiciam as condições termoquímicas, que tornam possível a vida na terra. O sol é a mais importante fonte energética do planeta; pode-se dizer que é responsável pela “vida” no planeta, e influencia o aquecimento e deslocamento das massas de ar (temperatura, ventos), das massas de água, além de proporcionar energia para todo o sistema biológico pela fotossíntese, mediante a cadeia alimentar de vegetais e animais.

A energia solar é fundamental para a edificação auto-sustentável, pois serve para o aquecimento solar, para obtenção de eletricidade fotovoltaica, energia hidráulica, eólica e biomassa é um tipo de energia renovável, economicamente eficiente e ambientalmente benigna (Adam, 2001). O autor ainda sustenta que a radiação solar é uma energia eletromagnética de onda curta, que atravessa a atmosfera para atingir a crosta terrestre e depois de absorvida pela mesma, retorna à atmosfera refletida sob forma de onda longa.

Uma divisão interessante para entendimento do ciclo da energia solar, no planeta, é a da velha e da nova energia solar. O ciclo das energias solares na Terra pode ser dividido em energia solar armazenada no subsolo por milhares de anos – velha

energia solar – e a energia que vem do sol diariamente e que pode ser usada diretamente pelo sistema passivo (coletores solares) e ativo (fotovoltaico) – a nova energia solar. Precisa-se desenvolver tecnologias que utilizem a nova energia solar eficientemente (Adam, 2001).

Deve-se buscar o máximo aproveitamento da iluminação natural, por meio de chaminés de luz, clarabóias, lanternins, tetos reflexivos e materiais translúcidos, minimizando o consumo de energia elétrica e ampliando as alternativas bioclimáticas do edifício (Adam, 2001).

No ponto de vista de Adam (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, que aproveitam a radiação solar como fonte de energia térmica, para aquecimento da água;
- c) uso do sistema fotovoltaico (painel fotovoltaico), 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.

Os painéis fotovoltaicos geram energia independentemente, sem intervenção da central pública geradora e abastecedora de energia elétrica. Isto torna os edifícios auto-suficientes energeticamente; além disso, o sistema permite acúmulo de energia elétrica, ou seja, a energia que é produzida, e não consumida, tem o excedente transferido para a rede elétrica pública. O usuário então recebe “crédito em sua conta de energia”; é o tipo de edifício que produz energia para consumo próprio (Adam, 2001).

Todas as informações a seguir são relativas ao funcionamento da energia solar são descritas por Adam (2001).

Dentro dos mesmos princípios do painel, existe o campo fotovoltaico (usina de geração fotovoltaica), composto por um conjunto de painéis fotovoltaicos: é uma extensa camada (parede) voltada para a radiação solar.

As vantagens do sistema fotovoltaico são: ausência de ruído, *fidelidade-ecológica*, longa vida, baixa manutenção, não poluente e instalação em áreas remotas. O alto custo do equipamento deve cair, à medida que a industrialização e popularização se massificarem. A partir da instalação do sistema, o único gasto é com a manutenção, já que o sistema é completamente independente da central de distribuição.

Defrontando-se com a limitação dos recursos derivados de petróleo e com os perigos da energia nuclear, pesquisadores e indústrias vem investindo na energia solar, como uma das principais fontes geradoras de energia. A energia solar possibilitará uma relação de harmonia entre o consumo de energia e ecossistemas.

A tendência é a expansão da tecnologia solar e da combinação de sistemas, integrando energia solar, eólica, hidráulica e reciclagem de água. A captação solar por meio de desenhos de arquitetura bioclimática, de coletores solares e placas solares fotovoltaicas, deverá cobrir a demanda dos serviços de iluminação, bombeamento, aquecimento de água e uso aparatos elétricos e eletrônicos.

A energia solar passiva depende basicamente de três fatores: captação solar (janelas, jardins de inverno – efeito estufa, uso das propriedades térmicas do vidro); acumulação de calor (minerais, pedras, terra e água – preferencialmente materiais naturais) e isolamento térmico (realizado com isolantes naturais vegetais, minerais arlita, perlita, vermiculita, palha, refugio de madeira). É fundamental para esses recursos orientar o edifício para melhorar a insolação.

Para sustentar o consumo energético desregrado dos edifícios, a produção de energia elétrica cresceu e causou um forte impacto ambiental com a construção de usinas, inundações, deslocamentos de populações (hidroelétricas), perda da biodiversidade, ameaça dos ecossistemas, poluição e riscos de segurança pública com termoelétricas e usinas nucleares.

Segundo Carvalho (2000, p.1):

“A crise de energia deve ser entendida não como um fato isolado, mas como a crise de um modelo social, de um estilo de vida. Humberto Colombo, presidente da Comissão Italiana para Energia Nuclear e Fontes Alternativas de Energia (década de 80) deixa clara a necessidade de uma nova perspectiva social “ um componente importante deste panorama é aquele de como se consome a energia, e não só como se produz” Somente um modo de viver e consumir diferente (não só energia) pode assegurar um futuro aceitável, não é um fato econômico, é sobretudo um fato cultural e requer tempo de amadurecimento longo”.

Temos necessidade de expandir e produzir conhecimentos ecológicos, justamente porque os recursos consumidos em excesso e indevidamente são limitados, tornam-se escassos e do modo como são utilizados causam prejuízos aos ecossistemas e colocam em risco a sobrevivência humana (Carvalho, 2001).

Com a pedra da naturalidade de edificar em harmonia com a envoltória, como os demais seres vivos e um desenvolvimento urbano feito às custas de especulação, interesses escusos, energias não renováveis e materiais antiecológicos, construiu-se um tipo particular de ecossistema, tornando-se necessário integrá-lo ao ecossistema natural, por uma questão de sobrevivência e de qualidade de vida (Carvalho, 2001).

A energia solar é uma fonte inesgotável e gratuita, sendo assim, pode representar para parte dos problemas de escassez de energia que abala o mundo. Nos países subdesenvolvidos como o Brasil, esta fonte de energia deve ser aproveitada ao máximo. Normalmente esses países possuem elevadas extensões territoriais e estão situados em zonas tropicais, ou seja, dispõem de alta irradiação, o que torna viável o desenvolvimento de tecnologias capazes de transformar a energia solar em energia térmica, elétrica, química e mecânica (Carvalho, 2001).

Existem dois tipos de energias solar, o primeiro utiliza a luz do sol apenas para aquecimento da água; consiste em uma superfície escura que absorve a energia do sol e a transforma em calor. (Bahia, 2001)

O segundo tipo converte a energia do sol diretamente em eletricidade. É composta por células solares feitas de materiais semicondutores. São as chamadas células fotovoltaicas. Quando as partículas da luz solar (fótons) colidem com os átomos desses materiais, provocam o deslocamento dos elétrons, gerando uma corrente elétrica, usada para carregar uma bateria (Bahia, 2001).

## ***2.7 - Iluminação***

A iluminação natural tem um alto potencial de redução de consumo de energia em edifícios, através da redução da energia gasta em iluminação artificial. Por outro lado, são os sistemas de janelas os maiores contribuidores para o poço das cargas de resfriamento, pico de demanda elétrica e o uso anual de energia elétrica em edificações, logo, um projeto de iluminação natural requer um balanceamento dos efeitos do ganho de calor não desejado através das janelas ( De Souza, 1995).

Nos últimos anos, tem renascido o interesse na promoção das boas práticas do projeto de iluminação natural por razões de eficiência energética e conforto visual. O uso otimizado da luz natural em edificações usadas principalmente de dia pode, pela substituição da luz artificial, produzir uma contribuição significativa para a redução do consumo de energia elétrica, melhoraria do conforto visual e bem-estar dos ocupantes. A luz natural possui uma variabilidade e qualidade mais agradável e apreciada que o ambiente proporcionado pela iluminação artificial. Aberturas, em geral, proporcionam aos ocupantes o contato visual com o mundo exterior e permitem também o relaxamento do sistema visual pela mudança das distâncias focais. A presença da luz natural pode garantir uma sensação de bem-estar e um relacionamento com o ambiente maior no qual estamos inseridos (Projeto de Norma ).

A luz natural que incide no ambiente construído é composta basicamente pela luz direta do sol e luz difundida na atmosfera (abóbada celeste). O primeiro passo para o desenvolvimento de um projeto de sistemas de iluminação natural consiste no conhecimento da disponibilidade de luz proporcionada por estas fontes.(Projeto de Norma).



Segundo o projeto de Norma:

“A disponibilidade de luz natural é a quantidade de luz em um determinado local, em função de suas características geográficas e climáticas, que se pode dispor por um certo período do tempo. Dados e técnicas para a estimativa das condições de disponibilidade de luz natural são importantes para a avaliação do desempenho final de um projeto em termos de conforto visual e consumo de energia. Isto refere-se à maneira como varia a quantidade de luz durante o dia e épocas do ano, quanto dura essa iluminação ao longo do dia e os motivos pelos quais as localidades dispõem de mais ou menos luz face aos parâmetros que influem no cálculo da disponibilidade da luz natural, tais como: dados relativos à posição do sol; as épocas da determinação, como o dia e o mês do ano; latitude e longitude geográficas e tipo de céu”.

Mascaró (s/d) defini a luz natural como sendo à luz proveniente do sol, seja em forma direta, através dos raios solares ou indireta devido à reflexão da atmosfera com ou sem nuvens (luz difusa) da vegetação, dos edifícios ou outros objetos existentes na superfície da terra (luz refletida).

Segundo Lamberts (1997), “o uso da iluminação natural é também bastante explorado no Hong-Kong and Shanghai Bank de Norman Foster, que utiliza elementos refletores dentro e fora do edifício. Assim a luz é distribuída pelos diversos andares, aumentando a qualidade do ambiente visual no interior do edifício e reduzindo o consumo de energia para iluminação artificial”.

Segundo a ASHRAE, apud Lamberts (1997), “conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico”.

Lamberts (1997, p.44) afirma que:

“O conforto visual é o principal determinante de iluminação em um edifício. A boa iluminação deve ter direcionamento adequado e intensidade suficiente

sobre o local de trabalho, bem como proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento. Os ambientes construídos (internos e externos) são iluminados para permitir o desenvolvimento de tarefas visuais (leitura, visão, manufatura, consertos e outras). É portanto muito importante que se saiba o que influencia a habilidade das pessoas em desempenhar estas tarefas. A consideração dos aspectos fundamentais a respeito da iluminação de ambientes a nível de projeto é, sem dúvida, a medida mais efetiva no controle das qualidades visuais destes ambientes. Conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes”.

Um dos fatores importantes que deve ser levado em conta para termos uma boa iluminação é o balanceamento da qualidade e quantidade de iluminação em um ambiente, bem como escolher adequadamente a fonte de luz natural ou artificial. Torna-se difícil, no entanto, estimar as preferências humanas à iluminação, visto que este fator é subjetivo e varia conforme o sexo e a idade da pessoa, a hora do dia e as relações contextuais com o local. O emprego preferencial da luz natural permite às pessoas maior tolerância à variação do nível de iluminação. Também se pode dizer que, quanto mais complicada a tarefa a ser desempenhada em um ambiente e quanto mais velha for a pessoa, tanto maior deverá ser o nível de iluminação de um local. A iluminação insuficiente pode causar fadiga, dor de cabeça e irritabilidade, além de provocar erros e acidentes (Lamberts, 1997).

Todas as condições físicas da luz, analisadas anteriormente, podem ser resultantes de fontes de luz natural ou artificial. A maioria dos espaços ocupados pelo homem à percepção espaço temporal do lugar onde se encontra. O jogo de intensidades diferenciadas de luz, sombras e de reprodução das cores constitui informações espaço-temporais que a luz natural fornece ao homem, fundamentais ap funcionamento do seu relógio biológico (Lamberts, 1997).

A iluminação artificial, embora mais limitada, permite ao homem estender suas atividades em momentos em que a luz natural não é suficiente, como, por exemplo, a noite, necessitando uma integração entre fontes de luz naturais e artificiais. Assim, além de conceber ambientes mais agradáveis, onde o conforto visual é sempre possível, poderá tornar a edificação mais eficiente em relação ao consumo de energia elétrica (Lamberts, 1997).

Nas edificações, a luz natural sempre foi a principal forma de iluminação. Entretanto, após a descoberta da eletricidade e a invenção da lâmpada por Edison, a iluminação artificial se tornou cada vez mais inseparável da edificação. Sem ela não seriam possíveis os edifícios de grande área construída e muitos pavimentos, onde a luz natural não consegue vencer a profundidade em planta para iluminar alguns ambientes interiores (Lamberts, 1997).

Segundo Lamberts (1997), “a luz artificial também permite ao homem utilizar as edificações à noite para dar continuidade a suas atividades ou se divertir. É importante salientar que não é tão simples empregar a luz artificial de forma eficiente. Um bom projeto de iluminação deve garantir às pessoas a possibilidade de executar atividades visuais com o máximo de precisão e segurança e com o menor esforço”.

## ***2.8 - Ventilação***

A ventilação e o edifício relacionam-se em dois níveis, meio externo e meio interno. Externamente o edifício, dirige e gera fluxos de ar em torno de si. O vento pode ser tratado como um fluxo laminar de ar que, ao chocar-se com um corpo, tende a manter uma trajetória reta depois de ter sido desviado para ocupar todos os espaços vazios disponíveis. Internamente têm como principais objetivos: o conforto térmico do usuário, a preservação da qualidade do ar (ventilação para renovação e retirada do ar viciado) e o resfriamento das superfícies dos edifícios (Adam, 2001).

Conforme Mascaró, (apud Adam, p. 64) a ventilação natural depende dos seguintes fatores: forma, características construtivas, localização e orientação do

edifício, espaços abertos vizinhos; direção, velocidade e frequência dos ventos, diferença de temperatura interior e exterior; posição, tamanho e tipo das aberturas (aberturas e espaços devem ser desobstruídos, permitindo o movimento do ar; observar a presença da vegetação que nem sempre é transparente à passagem dos ventos); sistema de ventilação deve ter uma entrada e uma saída de ar cruzando os ambientes; ventilação mais adequada é a que permite que o ar entre pelas áreas de estar e dormitórios, e saia pela área de serviço.

Quando tratamos da climatização de edifícios, o isolamento térmico é torna-se fator complementar de interesse, pois evita desperdícios e aumenta o rendimento térmico da energia empregada, permitindo que os ganhos térmicos sejam mantidos. O isolamento térmico de um edifício verifica-se em dois pontos: na soma dos fechamentos de toda a superfície do exterior do edifício e no coeficiente de transmissão de calor dos materiais que compõem esta envolvente (Adam, 2001).

Isto que dizer que, quanto menor for a superfície externa dos edifícios, menor será a troca de calor, ou seja, segundo Philip Steadaman (apud Adam, 2001), a forma da construção deverá ser compacta, e em caso teórico extremo ser redonda ou de forma esférica. É o que sempre defendeu esta característica como uma virtude de suas cúpulas, com o aumento do tamanho absoluto da cúpula, diminui o coeficiente do volume em relação à superfície, proporcionando economia de energia, já que enquanto o volume aumenta ao cubo, a área da superfície aumenta somente ao quadrado.

Segundo Adam, (2001, p.79):

“O vento é gerado por diferença de pressão atmosférica (temperatura e densidade) entre as massas de ar, que se deslocam da área de maior pressão (ar mais frio e pesado), para a área de menor pressão (ar quente e leve): à medida que se aquece, o ar ascende na atmosfera e vai dando espaço ao ar frio, iniciando o movimento. A diferença de pressão atmosférica decorre do aquecimento e resfriamento de terras e mares, em função do gradiente de temperatura e pelo movimento de rotação do globo terrestre”.

Os ventos estão sempre interagindo com uma série de obstáculos (anteparos opacos, que bloqueiam e desviam o fluxo de ar), intencionalmente projetados, ou surgem “aleatoriamente” no entorno. São edifícios de diferentes alturas, relevos, espaços vazios, vegetação e o posicionamento das aberturas (janelas e portas) nos edifícios que, em suma, bloqueiam, regulam, canalizam e orientam os ventos (Adam, 2001).

São estratégias de projeto os sistemas artificiais para resfriamento ou aquecimento que, tal como os sistemas naturais devem ser levados em consideração desde a decisão sobre o partido arquitetônico a ser adotado. Nem sempre é possível tirar partido apenas dos recursos naturais para promover o conforto térmico dos usuários. Em função do clima local e da própria função a que se destina a arquitetura, é muitas vezes inevitável o uso de sistemas artificiais de climatização, como ventiladores, aquecedores e ar condicionado. Os sistemas de climatização artificial de uso mais comum na arquitetura são os de ventilação mecânica, os de aquecimento e os de refrigeração (Lamberts,1997).

Lamberts (1997, p. 86), afirma que:

“Existem dois tipos de ventilação mecânica: os exaustores e os ventiladores. A exaustão é normalmente utilizada em ambientes onde há alguma fonte de contaminação do ar (cozinhas e banheiros). Os exaustores criam uma pressão negativa que suga o ar quente ou impuro, arremessando-o para fora do ambiente. Também existem aparelhos para filtrar o ar, conhecidos como depuradores. A desvantagem destes sistemas é que apenas filtram o ar, deixando o calor no ambiente”.

Outro aspecto levantado por Lamberts (1997), é que a ventilação mecânica de um ambiente pode ser feita com ventiladores móveis ou fixos no teto, e estes últimos podem ser especificados pelos arquitetos e engenheiros. Os ventiladores de teto, além de circular e refrescar o ar podem funcionar como exaustores, afastando insetos e fumaça. As vantagens desse sistema são a economia de energia, o baixo custo, a facilidade de instalação e o fato de refrescar o usuário sem alterar a temperatura do ar. Isto acontece

porque a convecção criada pelo ventilador ajuda na evaporação do suor e na remoção do calor da pele aumentando a sensação de conforto do usuário.

## ***2.9 - Uso e ocupação do solo***

A questão da ocupação do solo em um lote é de suma importância para toda a população, pois determina em última análise a qualidade ambiental de um setor urbano. As taxas urbanísticas visam garantir o controle das densidades demográficas e construtivas, que por sua vez, se adequadas preservam as condições ideais de conforto acústico, térmico, lumínico e outros. Para a implantação de uma edificação em um terreno, devemos obedecer algumas normas estabelecidas no Plano Diretor de cada cidade. Um Plano Diretor urbano consubstancia-se num conjunto de leis que tratam da questão urbana de modo específico, quer sejam, Lei do Uso e Ocupação do Solo, Lei do Parcelamento do Solo, Código de Obras, Código do Meio Ambiente e Posturas além da própria Lei do Plano Diretor que trata de questões político – administrativas e outras.

Em relação a cidade de Ijuí, no Plano Diretor, encontram-se algumas das restrições, descritas a seguir, para a ocupação e correta implantação de uma edificação em um terreno.

A lei 2.887 trata do uso e ocupação de solo urbano de Ijuí, regulamenta o zoneamento de usos e de ocupação do solo urbano bem como as limitações urbanísticas convenientes ao ordenamento físico-territorial, com vistas a assegurar a política de desenvolvimento urbano em consonância com os objetivos e as diretrizes do Plano Diretor.

Conforme o artigo 87 do plano diretor, os limites de ocupação do solo são determinados pela aplicação simultânea do índice de aproveitamento, da taxa de ocupação, da altura das edificações, dos afastamentos mínimos e do número de vagas para estacionamento de veículos.

O índice de aproveitamento é estabelecido igual a 1,0 (um) para todas as edificações na Zona Urbana de Ijuí, o cálculo de índice de aproveitamento se dá a partir da relação entre a área total da construção e área do lote.

Já a taxa de ocupação é a relação percentual entre a área da projeção horizontal da edificação e a área total do lote, deve ser de no mínimo de 75%, respeitando os afastamentos mínimos.

Os afastamentos frontais devem respeitar um limite mínimo para área mista de quatro metros, dois metros ou nenhum, contado a partir do alinhamento do imóvel. Os afastamentos laterais e de fundos devem respeitar a distância de 1,50m das divisas, se nas paredes existir vãos de ventilação e/ou iluminação, para edificações de até dois pavimentos. Nas edificações com mais de dois pavimentos, mantém afastamentos laterais e de fundos em medida não inferior a 1/6 da altura máxima da edificação, respeitando sempre um afastamento mínimo de três metros das divisas se nas paredes existirem vãos de iluminação. Podem manter, as fachadas laterais, um afastamento inferior a 1,50m da divisa, desde que não possuam aberturas e os beirais, quando houverem, estejam dentro do lote e protegidos por calhas, obedecendo sempre a taxa de ocupação, índice de aproveitamento e afastamento obrigatório frontal.

Em se tratando ainda de afastamentos, são dispensados de afastamentos as fachadas secundárias de edificações nos prédios de habitação coletiva, em se tratando de áreas destinadas à guarda de veículos, a recreação de uso comum e à serviços gerais, desde que a cobertura não ultrapasse a quatro metros de altura, e observada a taxa de ocupação.

O afastamento frontal deve ser usado com ajardinamento, permitindo-se a impermeabilização do solo apenas nos acessos à edificação; em todos os casos referidos, deve ser respeitada a taxa mínima de permeabilidade de 15% designada para a área.

E por fim a as vagas destinadas aos estacionamentos, que em edificações mistas destinadas a habitação e serviços, devem respeitar os seguintes números de vagas:

- no que diz respeito a área residencial devem ter no mínimo 75% por cento das vagas/unidade;
- já na área comercial deve existir uma vaga para cada 80m<sup>2</sup> de área construída.



## 3 – METODOLOGIA

### 3.1 – *Instrumento de Pesquisa:*

O referencial teórico deste trabalho foi realizado através de uma revisão bibliográfica dos seguintes temas: conforto ambiental (iluminação e ventilação), infraestrutura (água, energia, esgoto pluvial e cloacal) e parcelamento do solo, onde obteve-se as informações necessárias para realizar a comparação entre os conceitos de sustentabilidade e a edificação escolhida como estudo de caso. Também foram definidas algumas técnicas para a realização da coleta dos dados necessários como:

- ❖ registros fotográficos, que possibilitam uma melhor visualização da edificação estudada;
- ❖ aplicação de um questionário (Anexo 1) aos moradores de dez apartamentos e de cinco clínicas médicas, através dos quais obteve-se informações sobre a satisfação dos usuários, no que diz respeito aos processos de uso e manutenção da edificação.
- ❖ busca do projeto arquitetônico na construtora, possibilitando a caracterização dos sistemas de uso e manutenção da edificação;
- ❖ visitas “*in loco*”, para verificação se o projeto foi executado com fidelidade. Observou-se também o comportamento dos usuários em diferentes ambientes e verificou-se as especificações técnicas no que diz respeito aos materiais,

sistemas construtivos, equipamentos, esgoto pluvial e cloacal e todos os aspectos relacionados a infra-estrutura da edificação.

### **3.2 –Estudo de Caso:**

Como objeto de estudo selecionou-se o Edifício Garoupa, localizado na rua Barão do Rio Branco, número 53 no centro da cidade. O mesmo caracteriza-se como de ocupação mista (residencial e prestação de serviços – clínica médica), com cinco pavimentos “tipo” (quatro apartamentos por andar), com dois e três dormitórios; o pavimento térreo é destinado a clínicas médicas e ainda possui dois apartamentos; no subsolo encontram-se dois apartamentos ( as representações gráficas encontram-se nos Anexos 2 a 6 - plantas baixas, situação e localização, fachada e corte).

Existem ainda estacionamentos cobertos no pátio para atender os apartamentos e as clínicas médicas. A área total construída corresponde a 3.109,24 m<sup>2</sup>. A superestrutura da edificação é de concreto armado, sendo que as lajes são maciças; as paredes foram executadas com tijolos maciços comuns em toda a edificação; na cobertura foram utilizadas estruturas de madeira de primeira qualidade, as coberturas das garagens são de estrutura metálica e o telhado de zinco; todas as portas do térreo e externas são de alumínio, as demais portas são de madeira semi-oca; todas as janelas são de alumínio de correr, excluindo janelas de despensas e banheiro que são do tipo basculante.

No período que foi realizada esta pesquisa a edificação ainda não possuía pintura externa. Apresentam-se a seguir fotos do Edifício Garoupa.



Figura 2: Vistas parciais da fachada principal e de fundos do edifício Garoupa



Figura 3: Vistas parciais do estacionamento coberto e da entrada da Clínica Médica

A pesquisa é considerada de caráter qualitativo, no que se refere à comparação da tipologia da edificação e dos processos de manutenção da mesma e quantitativo, no que diz respeito a aplicação do questionário aos moradores da edificação e usuários da clínica médica.

## **4 – RESULTADOS E ANÁLISES**

Apresenta-se, neste capítulo, a interpretação e a análise dos dados referentes aos seguintes aspectos: projetos, iluminação, ventilação, energia, água, lixo, esgoto pluvial, esgoto cloacal e uso e ocupação do solo.

### ***4.1 – Projetos:***

Um dos fatores principais para a realização de possíveis modificações em uma edificação é a flexibilidade de um projeto. Através das especificações que estão inseridas no processo de projeto pode-se avaliar a rigidez do mesmo, ou seja, se permite flexibilidades no que diz respeito a adaptações futuras.

A edificação estudada não possibilita grandes flexibilidades, isto deve-se aos materiais empregados e técnica construtiva executada, o que dificulta a adaptação dos sistemas relacionados a sustentabilidade, principalmente no que diz respeito aos processos de reciclagem da água, onde necessita-se adaptar a rede hidráulica existente, ocasionando grandes transtornos com rasgos em paredes para passagem da tubulação e posterior acabamento. Uma forma de evitar estes inconvenientes é a utilização de materiais que proporcionem este tipo de adaptação, como é o caso de paredes de gesso acartonado.

## 4.2 - Iluminação:

Através dos conceitos e informações obtidas no decorrer do trabalho percebe-se a importância da qualidade e quantidade de iluminação que incide em um ambiente, devemos escolher adequadamente a fonte de luz seja ela natural ou artificial. Segundo Lamberts (1997), o uso insuficiente da iluminação pode causar fadiga, dor de cabeça e irritabilidade, além de provocar erros e acidentes.

Através das visitas *in loco* no objeto de estudo e das respostas obtidas dos questionários aplicados nos consultórios médicos, percebe-se a insatisfação por parte dos usuários, através do Gráfico 1, no que diz respeito à iluminação natural. O grande problema encontrado nestes ambientes é a iluminação das salas de recepção que possuem janelas somente para o corredor dificultando a entrada de luz natural, como nos mostra a Figura 4 a seguir. Já na Figura 5 (projeto das salas) conseguimos verificar a existência de um único ambiente em cada sala, concluindo assim que houve adaptações inconvenientes por parte dos usuários.

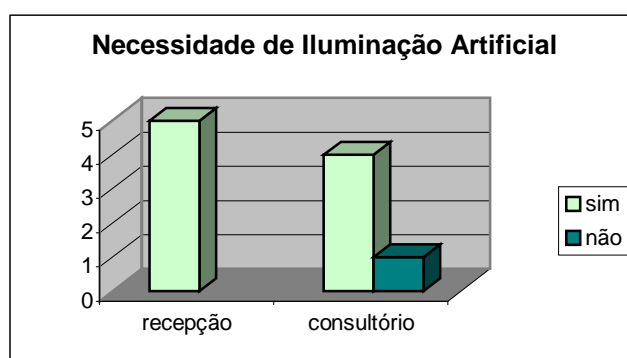


Gráfico 1 : Avaliação da necessidade de iluminação artificial por parte dos respondentes



Figura 4: Vista parcial da circulação de uso comum dos consultórios médicos

Figura 5: Visualização do Projeto dos Consultórios Médicos

Outro fato importante que deve-se destacar é o excesso de iluminação natural nas salas dos médicos que estão situadas na face Norte da edificação, no período da tarde e no período da manhã nas salas com janelas orientadas para Leste, como podemos verificar na Figura 6, necessitando assim, a utilização de um sistema para suprir este inconveniente, como por exemplo os brises (fixos ou móveis) ou toldos, que dispersam a incidência direta da luz solar. A solução adotada na maioria dos consultórios são as persianas verticais que impedem a passagem do excesso de iluminação natural. O Gráfico2 mostra a insatisfação da maioria dos médicos com o excesso de iluminação natural em suas salas, enquanto na recepção, percebe-se a falta desta, necessitando o auxílio da iluminação artificial no decorrer do horário de expediente.

Para amenizar o problema com a falta de iluminação natural na recepção dos consultórios médicos, utilizou-se tijolos de vidro nas divisórias entre as salas, mas mesmo assim não foi resolvido o problema; outra alternativa que pode ser utilizada para suprir este inconveniente são as cores, utilizando cores claras nos ambientes com pouca iluminação natural e cores escuras nos locais com excesso da mesma.

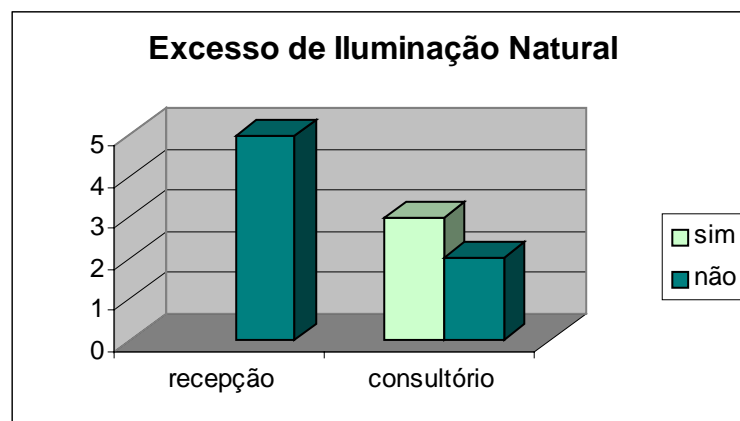


Gráfico 2: Avaliação da iluminação natural nos consultórios, pelos respondentes





Figura 6: Vista parcial das janelas dos consultórios – excesso de iluminação

Já na parte residencial da edificação é encontrada uma realidade completamente diferente. A maioria dos moradores acha que a iluminação dos apartamentos é satisfatória; a pequena porcentagem de moradores insatisfeitos, está relacionada a localização do seu apartamento na edificação, pois os ambientes situados na face sul possuem um menor índice de insolação se comparados aos outros ambientes, como nos mostra o Gráfico 3. Pode-se perceber também que alguns moradores estão insatisfeitos com o excesso de iluminação natural, isto deve-se ao posicionamento do ambiente em relação a orientação solar e também ao tamanho das aberturas utilizadas em alguns ambientes como é o caso das salas de estar, como nos mostra da Figura 7.

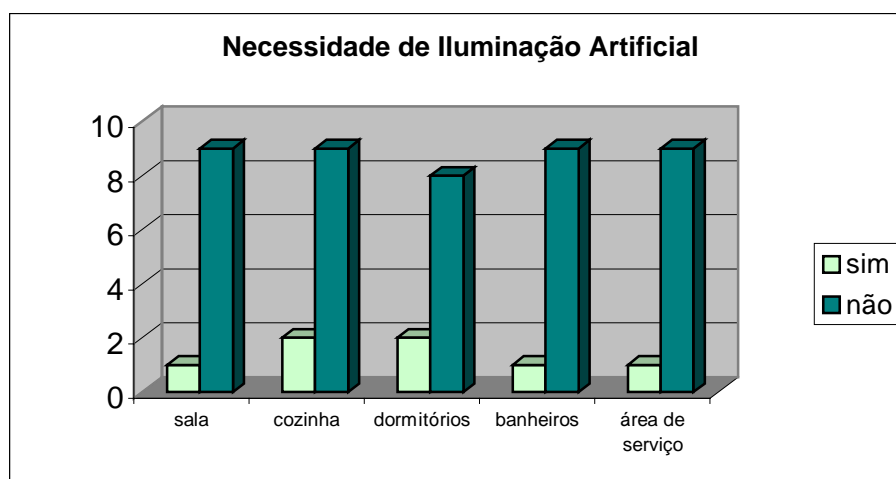


Gráfico 3: Avaliação da necessidade de iluminação artificial nos apartamentos, pelos respondentes.



Figura 7: Vista parcial das aberturas da sala de estar de um apartamento- orientação Norte

Outro inconveniente encontrado está relacionado à cobertura dos estacionamentos, que é de material altamente reflectante (zinco) o que provoca ofuscamento, em determinadas horas do dia, para os moradores das faces norte e oeste como indicado na Figura 5. A solução mais conveniente e ambientalmente correta para amenizar este problema é a utilização de coberturas verdes (trepadeiras) sobre a já existente, que além de purificar o ar proporcionaria um sombreamento natural.

Em relação a área destinada a escada enclausurada, a iluminação existente satisfaz a necessidade. O único problema encontrado é em relação as janelas que possuem vidros de segurança, porém são basculantes e não fixas como deveriam ser, não cumprindo assim a função de isolamento do fogo em caso de sinistro.



Figura 8: Vista da janela basculante da escada enclausurada da edificação

A iluminação natural tem um alto potencial de redução de consumo de energia em edifícios, através da redução da energia gasta em iluminação artificial. Por outro lado, são os sistemas de janelas os maiores contribuidores para o poço das cargas de resfriamento, pico de demanda elétrica e o uso anual de energia elétrica em edificações; logo, um projeto de iluminação natural requer um balanceamento dos efeitos do ganho de calor não desejado através das janelas (De Souza, 1995).

#### **4.3 - Ventilação:**

Sabe-se que a ventilação é um dos fatores determinantes da satisfação do usuário em relação a sua moradia e também em seu ambiente de trabalho. A ventilação proporciona internamente o conforto ambiental dos usuários das edificações, através do conforto térmico, da preservação da qualidade do ar (ventilação para renovação e retirada do ar viciado) e do resfriamento das superfícies dos edifícios. A ventilação e o edifício relacionam-se em dois níveis: meio externo e meio interno. O vento pode ser tratado como um fluxo laminar de ar que, ao chocar-se com um corpo, tende a manter uma trajetória reta depois de ter sido desviado para ocupar todos os espaços vazios disponíveis, portanto externamente o edifício, dirige e gera fluxos de ar em torno de si. (Lamberts, 1997)

Através das informações obtidas sobre a importância da ventilação em uma edificação auto-sustentável, podemos caracterizar o edifício estudado quanto a satisfação do usuário e a percepção do pesquisador. Ao questionarmos os usuários dos consultórios médicos no que diz respeito a ventilação em suas salas, pode-se perceber que a insatisfação é completa quanto a sala de recepção, pois a ventilação nestes ambientes se dá através de uma pequena janela orientada para um corredor e pela porta que sempre deve permanecer aberta para proporcionar corrente de ar (Figura 9). Para que fosse solucionado o problema sem aumentar muito os seus gastos com a conta de energia, os usuários de todas as clínicas optaram pela colocação de ventiladores de teto, os quais permanecem a maior parte do tempo ligados, amenizando o problema de circulação de ar neste ambiente.

Em relação as salas dos médicos não haveria necessidade de algum tipo de ventilação artificial, pois todas as janelas estão posicionadas para fora da edificação, proporcionando circulação de ar necessária para o ambiente, mas os mesmos alegam a necessidade de ventilação artificial em decorrência da profissão, não podendo permanecer as janelas abertas, pois inibirão seus pacientes e assim não conseguirão desenvolver seus trabalhos de forma adequada.

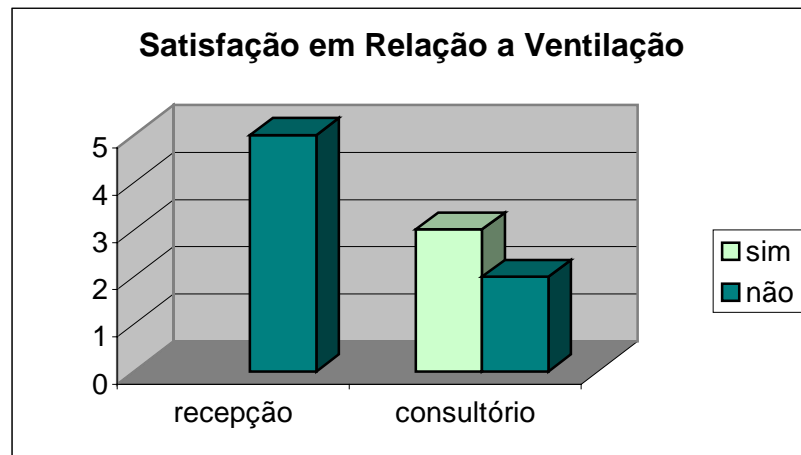


Gráfico4: Avaliação da satisfação em relação a ventilação das clínicas, pelos respondentes



Figura 9: Vista parcial das janelas das clínicas para o interior da edificação

Já na parte residencial da edificação o problema com a ventilação é mínimo; o Gráfico 5 mostra a satisfação dos usuários em relação a ventilação em quase todos os ambientes dos apartamentos. As insatisfações que ocorreram são em relação à cozinha, pois esta possui janela para a área de serviço como podemos visualizar na Figura 10 e já indicado da Figura 5, o que poderia ocasionar algum problema em relação à ventilação neste ambiente; todos os outros ambientes dos apartamentos possuem janelas localizadas nas paredes externas e de tamanho adequado proporcionando assim, um bom desempenho.

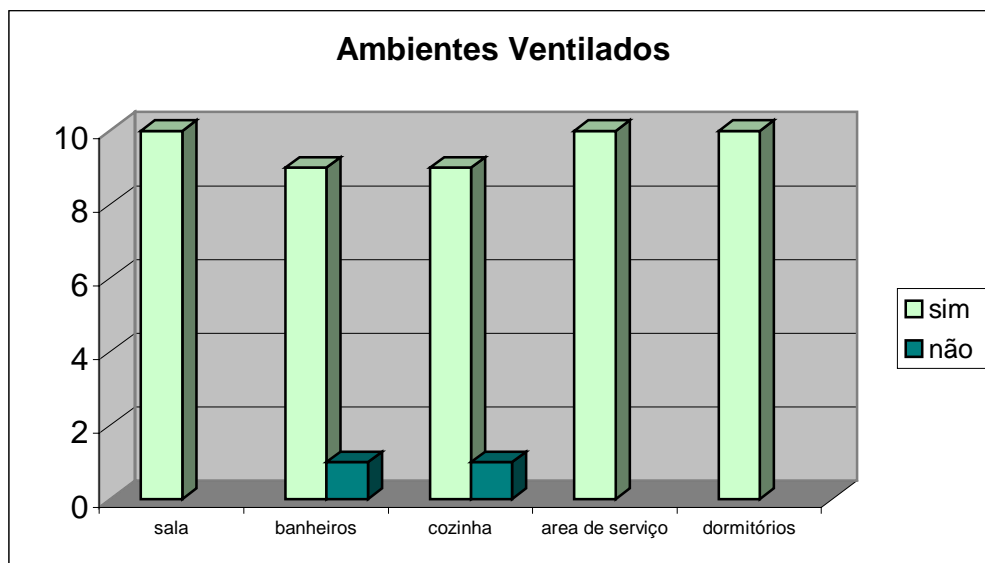


Gráfico 5 : Avaliação da satisfação em relação a ventilação dos ambientes internos dos apartamentos, pelos respondentes



Figura 10: Vista parcial da janela da cozinha de um apartamento

Conclui-se que em relação à ventilação, o edifício como um todo não possui problemas graves nos diferentes ambientes. Os inconvenientes encontrados de alguma forma podem ser superados facilmente, tornando assim a edificação auto-sustentável no que diz respeito à ventilação.

#### ***4.4 -Energia:***

Todos sabem que a questão da energia elétrica em nosso país está se tornando um problema cada vez mais sério. Com o aumento do número de eletrodomésticos que a população está adquirindo para satisfazer suas necessidades, ocorre também o aumento descontrolado do consumo de energia. Estes consumos abusivos geram ao meio ambiente grandes impactos ambientais, pois as concessionárias não conseguem suprir a demanda de energia tendo que solucionar o problema através de novas construções de usinas hidrelétricas, ocasionando inundações (grandes impactos ambientais) e deslocamentos de populações.

Somente através da conscientização da população é que pode-se minimizar os impactos ambientais causados pelas novas construções de fonte de energia. Muitas campanhas de redução do desperdício já estão sendo feitas, tentando minimizar o consumo de energia em edifícios. No edifício Garoupa também já existem sistemas de redução do consumo de energia nos ambientes de uso comum e na área residencial da

edificação. Os controles existentes são: utilização dos sensores de ocupação que controlam à presença e à ausência de pessoas no campo de ação do sensor. Segundo Lamberts (1997), o sistema consiste em um detector de movimento, uma unidade de controle eletrônica e um interruptor controlável. O detector de movimento sente o movimento e envia o sinal apropriado para a unidade de controle. A unidade de controle, então, processa o sinal de entrada para fechar ou abrir o relé que controla a potência da luz.

Em relação a opinião dos usuários dos apartamentos no que diz respeito a satisfação do sistema de energia utilizado na edificação, a maioria mostra-se satisfeita. Já em relação aos sistemas de redução do consumo de energia, poucas pessoas mostraram-se conscientes e os sistemas que estas utilizam são as luminárias compactas e lâmpadas fluorescentes que fornecem a quantidade adequada de luz e não consomem tanta energia.

Nas clínicas pode-se perceber que todos os usuários estão satisfeitos. O único problema destacado é um único circuito de iluminação existentes na circulação, onde todas as luminárias ascendem ao mesmo tempo, conforme (Figura 11), sendo que a necessidade seria somente no fundo da circulação onde a iluminação natural, proveniente da porta principal, não consegue atingir satisfatoriamente a iluminação necessária.



Figura 11: Vista parcial da circulação, onde observa-se todas as luminárias acesas

Em relação aos sistemas de redução do consumo de energia nos consultórios médicos, a maioria das salas empregam lâmpadas fluorescentes e lâmpadas compactas que consomem menos energia que as lâmpadas comuns.

Em relação ao uso da energia elétrica no objeto de estudo, pode-se perceber que o mesmo possui alguns sistemas de redução do consumo, mas para a edificação tornar-se realmente auto-sustentável, deveríamos utilizar energias renováveis como é o caso da energia solar e energia eólica, que além de serem gratuitas satisfazem as necessidades da edificação.

Outra forma de redução do consumo de energia elétrica pode ser a colocação de coletores solares para o aquecimento da água dos chuveiros, pois ele é um dos sistemas que mais consome energia na edificação. Através dos coletores solares este gasto energético pode reduzir consideravelmente. O único inconveniente para a adaptação deste sistema no edifício Garoupa é que não existe tubulação de água quente, o que necessitaria grandes transtornos aos moradores para instalar a rede hidráulica para água quente.

#### **4.5 - Água**

A vida emerge de uma fonte de água potável. Para o ser humano, água é líquido indispensável, que flui no corpo e mantém a boa saúde. Estima-se que um ser humano consuma, para sua necessidade mínima, cerca de 2 mil metros cúbicos de água por ano. Neste processo todos devem evitar desperdícios, já que este importantíssimo produto está se tornando cada vez mais escasso, ante o aumento de consumidores e a degradação dos recursos hídricos disponíveis. Somente com a mudança dos hábitos humanos, através de uma educação ambiental e a diminuição dos fluxos de contaminação é que pode-se modificar a situação, a degradação do ambiente hídrico tem tomado grandes proporções diminuindo os recursos desta natureza, tornando-se cada vez mais escasso, quer quantitativa como qualitativamente.

Na edificação em questão, nas clínicas, já existem sistemas que reduzem a quantidade de água, evitando o desperdício; é o caso de torneiras de pressão e caixas de



descarga que necessitam de um consumo menor de água para a sua utilização (Figura 12). Um dos aspectos positivos encontrados é que em todos os consultórios existem estes sistemas de redução do consumo de água.



Figura 12: Vista da torneira de pressão e da caixa de descarga econômica, na clínica médica.

Em relação a sistemas de redução do consumo de água na área residencial da edificação, são utilizadas somente as caixas de descarga econômicas nos apartamentos, mas como são elas que correspondem a 40 ou 50% do consumo geral de água em uma edificação, o processo de redução do consumo de água já está encaminhado. Ao questionar-se os moradores sobre algum outro sistema de redução do consumo de água não obteve-se outra forma de eliminação do desperdício.

Como pode-se perceber a edificação possui alguns sistemas de redução do consumo de água o que a direciona à auto-sustentabilidade. Outro sistema que poderia ser utilizado em toda a edificação para ajudar a combater o desperdício de água é a utilização dos lavatórios econômicos, além dos equipamentos que ajudam no combate ao desperdício deste líquido indispensável ao ser humano, à alimentação e à saúde. Deve-se realizar ainda, campanhas que colaborem no processo de conscientização e correta utilização da água. Depois de cumpridos todos os processos para a redução do consumo de água, é que inicia-se realmente a colaborar com o meio ambiente, tornando a vida terrestre mais pura e agradável.

#### **4.6 – Lixo**

A questão do lixo está cada vez mais sendo discutida mundialmente, buscando soluções para amenizar o impacto ambiental (poluição do ar, lençol freático, rios e a terra) causado pelos aterros municipais. Uma das formas de minimizar este impacto é reduzir a geração de resíduos, e o restante deve-se reciclar. Através da reciclagem é que pode-se diminuir a geração do lixo, preservando assim as fontes de matérias-primas. Todo o material reciclado deveria voltar as indústrias para a reutilização, reduzindo assim a extração da matéria-prima.

Na edificação em questão pode-se perceber a inexistência de um sistema de redução do lixo. Todo o lixo produzido é recolhido pelos órgãos competentes do município e enviados ao aterro municipal. Não existe nenhum tipo de coleta seletiva ou reutilização. Um dos fatores é que na própria cidade não existe a preocupação com este agravante da poluição do ambiente. Todo lixo urbano recolhido é destinado ao mesmo local, sem nenhuma prévia seleção, o que deixa de incentivar os moradores a realizarem a coleta seletiva.

Uma forma de reduzir a produção de lixo é começar a mudança nas habitações, diminuindo o desperdício nas cozinhas e separando o que resta e enviando aos locais apropriados para reciclagem, reutilização ou decomposição.

No condomínio em questão pode-se realizar campanhas para a coleta seletiva do lixo, separando os materiais conforme sua composição (orgânico e inorgânico). Após a correta separação, os responsáveis pelo condomínio destinariam aos locais certos para a possível venda dos resíduos, proporcionando redução das taxas no próprio condomínio. Para que esta política de reciclagem ocorra com sucesso deve-se primeiramente organizar lugares apropriados para a estocagem do lixo produzido, além do comprometimento de todos os moradores da edificação em realizarem as tarefas conforme especificado nas cartilhas produzidas para a correta realização da campanha, e quando este atingisse a quantidade adequada para a venda seriam transportados aos locais certos. Através deste sistema os moradores poderiam ajudar a edificação tornar-se auto-sustentável neste item.

#### **4.7 – Esgoto Pluvial:**

Como já foi exposto anteriormente a água é o elemento essencial para a nossa sobrevivência e para todos seres vivos, a água potável, está se tornando cara e escassa; algumas previsões alarmistas dizem que irá faltar água potável para um futuro não muito longe. Para evitar que isto aconteça pode-se começar utilizar outros sistemas de captação da água, evitando o máximo possível a utilização da água da rede pública. Estes sistemas podem ser a reciclagem de água, que é a correta separação das águas servidas, filtração e reutilização, tornando um ciclo fechado, eliminando assim os desperdícios; outro sistema que pode facilmente ser utilizado é o reaproveitamento das águas das chuvas, gerando economia de recursos, pois reduz-se o volume de água tratada.

Para a captação da água pluvial, basta criar um sistema de captação nos telhados das edificações e um sistema de armazenamento, que pode ser através de um reservatório. Deve-se estar atentos para alguns fatores, dentre os quais se destaca a preocupação com a reposição de sais minerais que a água da chuva não possui, podendo repor estes minerais através de filtros de britas para adicionar sais minerais e também filtrar a água, se esta for utilizada na alimentação, caso contrário a água pluvial pode ser utilizada para serviços domésticos sem preocupação alguma. Através deste sistema de reciclagem e reutilização da água pode-se ter água boa e de graça.

Na edificação em estudo, poderiam ser implantados sistemas de armazenamento da água pluvial no subsolo da edificação, para utilização nos serviços de limpeza do condomínio, sendo que já existem condutores que captam a água da chuva e encaminham para a rede pública (Figura 13 e 14). O sistema de reciclagem da água para consumo interno já torna-se um pouco mais complicado, pois necessita-se de um espaço para a instalação dos equipamentos necessários para fazer a purificação da água e todo o processo de adaptação na rede hidráulica da edificação para fazer o reabastecimento, que inviabiliza este processo, trazendo grandes transtornos.



Figura 13: Vista de uma grelha de água pluvial e de um condutor de água Pluvial (destino rede pública)



Figura 14: Vista de um coletor vertical de água pluvial

#### ***4.8 - Esgoto Cloacal:***

Outro agravante da problemática ambiental são os esgotos sanitários que, apesar de variarem em função dos costumes e condições sócio econômicas das populações, os esgotos domésticos têm características bem definidas. Resultado do uso feito pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas, podendo caracterizar o esgoto como sendo os despejos provenientes dos diversos usos das águas, tais como doméstico, comercial, industrial e agrícola.

Os esgotos domésticos são uma parcela muito significativa dos esgotos sanitários. Para amenizar os impactos ambientais causados pelo destino incorreto das águas servidas, a primeira diretriz recomendada é a separação entre águas negras e

águas cinzas. As águas negras são aquelas oriundas do vaso sanitário, que, em razão de grande presença de matéria orgânica, assumem uma cor escura, praticamente preta. As águas cinzas são as oriundas dos demais pontos de uso, águas geralmente saponificadas, que apresentam uma coloração acinzentada; estas devem ser tratadas em filtros de areia; parte delas pode posteriormente ser recalçada para um reservatório superior, que abastecerá somente os vasos sanitários; a outra parte pode ser lançada na rede pública.

As descargas do vaso sanitário, abastecidas pelo filtro de areia, podem ser diferenciadas para fezes e urina. Com isso, pode-se obter uma redução da ordem de 40% no consumo de água neste uso. O processo de reciclagem é em certos aspectos bem simples, deve-se criar uma alternância de ambientes com oxigênio e sem oxigênio. Construir filtros com materiais porosos que limpem a água dos resíduos sólidos em suspensão, estes materiais porosos podem ter tamanhos diferentes para reter todos os tipos de sólidos em suspensão. A dimensão do filtro está relacionada com a demanda de águas servidas. Nos filtros podem ser inseridas plantas aquáticas que ajudem na limpeza e filtração da água.

Através de todas as informações obtidas em relação a reciclagem de água, pode-se perceber a importância deste sistema para a redução da poluição dos nossos rios. No entanto, há dificuldade para a adaptação deste sistema no edifício estudado, pois necessita-se de um espaço amplo para construir o sistema de filtração da água. Outro inconveniente no processo de adaptação são as reformas que deveriam ser realizadas na rede hidráulica para conseguir transportar a água filtrada até os reservatórios elevados para a correta distribuição, e a instalação de condutores para levar a água reciclada até os aparelhos sanitários.

#### ***4.9 - Uso e ocupação do solo:***

A ocupação do solo no processo de implantação de uma edificação deve obedecer algumas normas estabelecidas pelo Plano Diretor da cidade. Este plano é de grande importância para a população, pois é ele que limita a ocupação, evitando possíveis inconvenientes, como é o caso de pavimentação total do terreno, a área

máxima de construção em um lote e afastamentos mínimos que permitem que os ventos circulem em todas as edificações.

Após colhidas todas as informações sobre o Plano Diretor de Ijuí, analisou-se a edificação em relação aos padrões que a cidade impõem em relação a taxa de ocupação, taxa de permeabilidade, índice de aproveitamento, os afastamentos mínimos e do número de vagas para estacionamento de veículos.

Para realizar o cálculo da taxa de ocupação necessita-se da área total do terreno que é de 1669 m<sup>2</sup> e a área ocupada pela edificação é de 550,32 m<sup>2</sup>, obtendo assim taxa de ocupação de 33%, o valor encontrado é relativamente baixo ao especificado por norma que é no máximo de 75% da área total do terreno, encontrado-se dentro dos padrões no que diz respeito a taxa de ocupação. Cabe ressaltar que o terreno destinado a edificação está inserido em um lote maior de um mesmo proprietário, porém não pode ser considerada a área total deste lote para obter as taxas e índices propostos pelo plano diretor, pois o terreno possui divisão definida que impossibilita a passagem de uma parte do lote (edifício Garoupa) para a restante. A Figura 18 apresenta a edificação inserida no lote, com suas devidas divisões.

O índice de aproveitamento permitido pelo plano diretor é igual a um, ou seja, a área construída pode ser igual ao tamanho do terreno, respeitando os recuos. No objeto de estudo este índice encontra-se fora do padrão estabelecido, ou seja, a área destinada a construção ultrapassou a área do terreno que é de 1669 m<sup>2</sup>, encontrando-se um índice de aproveitamento igual a 1,86 m<sup>2</sup>, quase o dobro de permitido. Este índice foi aprovado pelo Plano Diretor da cidade, pois foi calculado irregularmente com a área total do lote. Na legislação local existe a possibilidade de verticalização da estrutura, ultrapassando o índice de aproveitamento, através do pagamento de uma taxa correspondente ao solo criado, no entanto, até o momento atual não está regulamentado. O agravante da verticalização é a sobrecarga da infraestrutura urbana, ou seja, maior quantidade de esgotos, maior quantidade de lixo, mais consumo de energia elétrica e de água.

Em relação a taxa de permeabilidade que deveria ser no mínimo de 15% encontra-se outra irregularidade ou seja, somente 1% do total do terreno é permeável

(Figura 15). Este resultado encontrado deve-se a pavimentação de todos os recuos, ocupados com coberturas para abrigar os carros (Figura 16). Outro inconveniente encontrado é o acesso do porteiro eletrônico até a entrada principal da edificação que não possui nenhum tipo de proteção para os dias chuvosos, causando desconforto para com os pedestres (Figura 17).



Figura 15: Vista parcial da área permeável do terreno



Figura 16: Vista parcial da pavimentação dos recuos, utilizados com estacionamento



Figura 17: Vista do Porteiro eletrônico

Em relação aos recuos, a edificação encontra-se dentro dos padrões exigidos – recuo frontal de 2m, lateral sul de 3m e norte 7,10m e nos fundos 26,20m; salienta-se que todos os recuos são pavimentados e utilizados com estacionamento. O edifício encontra-se situado numa área classificada como mista pelo plano diretor da cidade.

Às vagas disponíveis para estacionamento na edificação encontram-se dentro dos padrões do plano diretor que é de 75% para o total de apartamentos na parte residencial e na parte comercial uma vaga para cada 80m<sup>2</sup>. Existe para a área residencial uma vaga para cada apartamento, e na área comercial uma vaga para cada consultório, resultando num total de 31 vagas.

Em relação ao uso e ocupação do solo, a maioria dos itens encontra-se dentro dos padrões especificados pelo plano diretor, exceto a taxa de impermeabilização abaixo da exigida. Para amenizar o problema com o excesso de impermeabilização, pode-se utilizar outro tipo de pavimentação que permita alguma forma de vegetação, como é o caso dos “bloquetes” colocados com alguma distância entre si, utilizando no vazio grama ou outro tipo de vegetação rasteira, permitindo igualmente o trânsito de veículos e pedestres.



Figura 18: Planta de Localização com os devidos afastamentos

Ao questionar-se os usuários dos consultórios médicos em relação a necessidade de uma área para lazer, ou mesmo um espaço verde para que pudessem ser realizadas algumas atividades, pode-se perceber que a maioria dos usuários não necessita deste espaço, pois as atividades a serem desenvolvidas podem ser realizadas dentro dos próprios consultórios. Obteve-se apenas um consultório que necessitaria de uma área externa, pois nele são desenvolvidas atividades com crianças que poderiam ser melhoradas com um play ground.

Já na área residencial a percepção é completamente diferente (Gráfico 6). A maioria dos moradores percebe a necessidade de um ambiente externo para lazer, principalmente para as crianças poderem se divertir e viver em contato com a natureza. A necessidade deste ambiente se dá porque na edificação não existe nenhuma área fora do apartamento que poderia ser utilizada para lazer, todo o espaço externo é ocupado com estacionamento. O que pode ser feito para proporcionar uma área verde na edificação é utilizar o espaço da cobertura como área de lazer, através de um ajardinamento constituir uma área verde, onde todos os moradores pudessem usufruir.

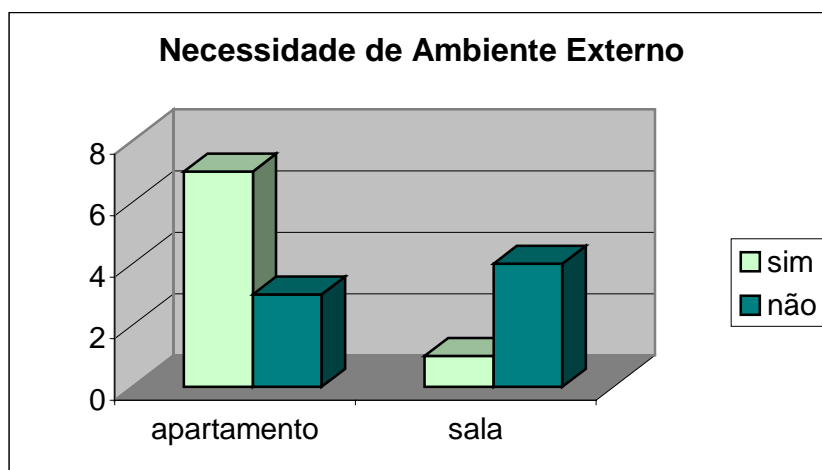


Gráfico 6: Avaliação da necessidade de um ambiente externo – consultórios e apartamentos

## 5 – CONCLUSÃO

A importância da preservação dos recursos naturais para o futuro da população é muito significativo. Sabe-se que a indústria da construção civil é uma das principais responsáveis pela extração da grande quantidade de matéria-prima existente na natureza e causa grandes impactos ambientais, não só pela extração da matéria-prima, mas com o processo de manutenção de uma edificação. A solução encontrada para amenizar estes impactos é a auto-sustentabilidade, que busca a utilização de matérias-primas de fontes renováveis.

Em virtude do tempo disponível para a realização deste trabalho e pelo fato do tema ser relativamente novo, desenvolveu-se uma pesquisa teórica, buscando conceitos e informações relacionadas a auto-sustentabilidade de edificações. Considerando a relevância do tema e a contribuição da engenharia civil, torna-se necessária a continuação do trabalho visando no futuro um aprofundamento e possível detalhamento técnico das propostas lançadas.

Os objetivos propostos nesta pesquisa foram atingidos: estudo de uma edificação na cidade de Ijuí; identificação dos principais impactos e processos do ciclo de vida do uso de manutenção das edificações, e a verificação da possibilidade de adaptação dos conceitos de sustentabilidade à edificação estudada.

Percebe-se, no decorrer do trabalho, que um dos passos iniciais para amenizar os problemas ambientais causados pelas edificações, é aplicar os conceitos da auto-sustentabilidade. Isto pode ser realizado através da flexibilidade do projeto, técnicas construtivas, materiais utilizados na concepção da edificação, reciclagem de água

pluvial e cloacal, utilização da energia solar ou eólica, reciclagem do lixo, redução do consumo de água e uso e ocupação do solo. Cabe destacar também que o edifício não é um elemento isolado; relaciona-se com outros elementos no quarteirão e este por sua vez com um sistema maior que é a cidade. Procurando solucionar os problemas da edificação contribui-se para o equilíbrio do sistema maior, podendo ser trabalhados de forma integrada proporcionando “desempenho ideal”.

Na edificação analisada, todos os conceitos propostos anteriormente foram estudados a partir dos quais propôs-se adaptações para torná-la auto-sustentável. Em relação ao conforto ambiental da edificação pode-se classificá-la como satisfatória, uma vez que, os moradores conseguem realizar todas as atividades diárias sem necessitar de iluminação e ventilação artificial, itens necessários para a sustentabilidade energética. O único inconveniente encontrado em relação ao conforto ambiental é nas ante-salas dos consultórios onde a solução para suprir este problema é utilizar equipamentos específicos como a iluminação e ventilação artificial.

Em substituição a energia elétrica, pode ser utilizada energia proveniente de fontes renováveis como é o caso da energia solar. Na edificação estudada, no entanto, as adaptações, necessárias para tornar a edificação analisada auto-sustentável, provocariam grandes transtornos para todos os ocupantes. Este fato também ocorre em relação à reciclagem de águas, como é o caso das águas cinzas e águas negras; estas além de necessitar grandes adaptações na rede hidráulica da edificação, necessitam de um espaço amplo para realizar o processo de filtração e purificação da água. Em relação a utilização da água pluvial, é possível, através de um reservatório, recolher a água dos telhados facilmente, pois na edificação já existem coletores que transportam esta água até a rede pública. A água armazenada poderia ser utilizada sem grandes transtornos para a limpeza do condomínio, como por exemplo: os corredores, escadas, calçadas e pisos das garagens. Isto reduziria uma pequena parte do consumo da água potável proveniente da rede pública.

Outro aspecto importante que caracteriza uma edificação auto-sustentável, é a utilização dos espaços livres de construções para realização de tarefas e mesmo para estar em contato com a natureza, que proporcionam grandes benefícios como é o caso

do ar puro e sombra natural. Infelizmente no caso estudado não existe nenhum espaço destinado a este fim, o que traz a insatisfação dos moradores neste aspecto.

Quanto ao problema do lixo residencial, pode-se perceber a importância da coleta seletiva e da reciclagem. Para a edificação em questão, a separação do lixo orgânico do lixo inorgânico, traria benefícios somente se no local tivesse uma área para a compostagem do material orgânico, que poderia ser reaproveitado para produção de hortas ou até mesmo para adubar jardins e o armazenamento do material inorgânico para o destino correto (empresas que reaproveitassem este material), porém não existe local disponível para realizar este tipo de atividade.

A água, como líquido principal para a sobrevivência dos seres humanos, merece seus devidos cuidados e está diretamente relacionada à edificação auto-sustentável. Uma das principais formas de colaborar com a questão da água é evitar o desperdício. Em relação a este item, a edificação possui alguns equipamentos na clínica médica que reduzem o desperdício da água como é o caso das torneiras de pressão e caixas de descarga econômicas. Como a utilização maior da água é na parte residencial, poderiam ser utilizados equipamentos, além das caixas de descarga econômicas que já existem, que amenizassem a questão do desperdício, como torneiras de pressão nas pias das cozinhas, banheiros e lavanderia, e além da utilização destes equipamentos, realizarmos campanhas de conscientização para a utilização deste líquido precioso.

Como percebe-se, são pouquíssimas as adaptações, sem grandes investimentos e transtornos, que podem ser feitas na edificação estudada, porém isto não a tornará auto-sustentável. Para obter a auto-sustentabilidade, os princípios devem ser considerados desde a concepção do projeto, como destaca Sperb (2000), com especificações de materiais que utilizem a mínima exploração de recursos naturais (matérias primas e combustíveis fósseis) na fase de construção e utilização de edificações; projetos que proporcionem a facilidade de renovação ou reforma da edificação, permitindo que a mesma se adapte às novas exigências dos usuários e permitindo uma minimização do consumo de recursos materiais e da geração de resíduos sólidos, durante a fase de utilização de edificações; e ainda a facilidade de desmontagem parcial ou total de

edificações, a posterior reutilização de componentes e reciclagem dos materiais, durante a fase de reabilitação ou demolição final.

Não basta só construir com este pensamento de redução dos impactos ambientais se os usuários das edificações não estiverem de acordo em realizarem algumas tarefas necessárias para a edificação tornar-se auto-sustentável, sendo necessário a mudança de atitudes perante alguns sistemas com é o caso da redução do consumo de água, energia e coleta seletiva do lixo.

Tuan (1980) salienta que “as articulações firmes e precisas das atitudes ambientais requerem notáveis habilidades”, e ainda considera que “os conteúdos da natureza são enormemente variados e cada grupo humano culturalmente diferenciado tem sua própria nomenclatura pra lidar com esta variedade” e reforça ainda que “cada tipo de corpo está associado a um conjunto de traços temperamentais, que podem exercer um impacto nas atividades ambientais”.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, Marcos Sabatella. **Princípios do Ecoedifício: interação entre ecologia, consciência e edifício**. São Paulo, Aquariana, 2001.

ANDRADE, Cyro F. **A construção auto-sustentável**. Qualidade na construção, São Paulo, n 12, p. 30-43, 1998.

ANDRADE, Cyro F. **Inovando e Conservando**. Qualidade na Construção, São Paulo, n 25, p. 24-27, 2000.

ANDRADE, Cyro F. **Meio ambiente: a competitividade em jogo**. Qualidade na construção, São Paulo, n 25, p. 14-22, 2000.

ANDRADE, Jarmuth. **População esgota água doce, alerta a ONU**, Folha de São Paulo nov. 2001. Disponível em: <<http://www.ate.com.br/agua/noticias.php4>>. Acesso em : 15 nov. 2001

BAHIA, Guilherme. **A energia solar: teoria e aplicações**. Jan. 2000. Disponível em <<http://www.guilhermebahia.hpg.ig.com.br/pg6.htm>>. Acesso em 19 nov. 2001.

BASTOS, Joel. **Mudar a visão que rotulamos como lixo**. Fev. 2000. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)> Acesso em 05 nov 2001.

CARVALHO, Guilherme. **Energia solar**. Out.2000. Disponível em <<http://www.green.pucminas.Br/index.htm>>. Acesso em 19 nov 2001.

DE SOUZA, Marcos Barros. **Impacto da luz natural no consumo de energia elétrica em um edifício de escritórios em Florianópolis**. 1995. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.

DECONTO, Leopoldo. **Água, fonte de saúde**, Revista do CREA, Paraná, n. 01, nov.2000. Disponível em: <<http://www.ate.com.br/agua/noticias.php4>>. Acesso em 15 nov. 2001.

DECONTO, Leopoldo. **Vai faltar H<sub>2</sub>O!!! Será mesmo?**, Revista do CREA, Paraná, n. 01, nov.2001. Disponível em: <<http://www.ate.com.br/agua/noticias.php4>>. Acesso em 15 nov. 2001.

FARIA, Cynthia. **Coleta seletiva em condomínio: uma experiência bem sucedida**. Abr.2000. Disponível em<<http://www.institutogea.org.br/7c.htm>>. Acesso em 26 out 2001.

JOHN, Vanderlei M. **Panorama da reciclagem na construção civil**. Qualidade na Construção, São Paulo, n 20, p. 26 – 33, 1999.

LAMBERTS, Roberto, Luciano Dutra e Fernando O.R. Pereira. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo, PW Editores, 1997.

MASCARÓ, Lúcia R. de. **Luz, Clima e Arquitetura**. Porto Alegre.GG Edições Técnicas, s/d.

MUNIZ, Marize. **Brasil descobre vantagens da reciclagem de lixo**. Junho 2000. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em 07 nov 2001.

MUNIZ, Marize. **Riqueza garimpada no lixo**. Abr.1999. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)> Acesso em 07 nov 2001.

PAIM, Flávio e Otávio Urquiza Chaves. **Habitacões auto-sustentáveis (Diretrizes permaculturais COOMETAL)**. Porto Alegre, 1995.



Plano diretor da cidade de Ijuí, Lei N° 2. 887 - LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO DE IJUÍ. 2001.

SALEJ, Stefan. **Reciclar para melhorar**. Out. 1999. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em 05 nov 2001.

SANTOS, Antônio Silveira R. dos. **Água em crise**, Programa Ambiental: A última Arca de Noé, nov. 2001. Disponível em: <<http://ultimaarcadenoe.com.br/agua.htm>>. Acesso em 15 nov. 2001.

SANTOS, Antônio Silveira R. dos. **Desperdício de Água**, Programa Ambiental: A última Arca de Noé, nov. 2000. Disponível em: <<http://ultimaarcadenoe.com.br/agua.htm>>. Acesso em 15 nov. 2001.

SILVA, Vanessa Gomes. Avaliação do desempenho ambiental de edifícios. **Qualidade na construção**, São Paulo, n 25, p. 14-22, 2000.

SPERB, Márcia Roing. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre.

TUAN, Yi-Tu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Rio de Janeiro. Difel. 1980.

VERÍSSIMO, Luciana. **Reciclagem: importante processo para a preservação ambiental**. Jan. 1999. Disponível em <[www.Cempre.org.Br](http://www.Cempre.org.Br)> . Acesso em 07nov 2001.

VIEGAS, Mauro Ribeiro. **Ecoeficiência – compromisso para o novo milênio**. Ago. 2000. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em 05 nov 2001.

VILLELA, Heitor. **Por que devemos reciclar?** Fev. 99. Reciclando Idéias. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em 05 nov 2001.

VILLELA, Heitor. **A produção mais limpa como um fator do sustentabilidade.** Jan. 2000. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Acesso em 05 nov 2001.

VILHENA, André. **Reciclagem: compromissos e benefícios.** Jan. 1999. Disponível em <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)> Acesso em 07 nov 2001.

## **7 – ANEXOS**

## Anexo 1 - Questionários

1- Quais os ambientes que necessitam de iluminação artificial durante o dia? Qual (is) a(s) solução(ões) adotada para suprir este problema.

- Sala       Cozinha       Dormitórios  
 Banheiros     Área de serviço     Todos

---

---

---

2- Em algum dos ambientes do apartamento há excesso de iluminação durante o dia? Qual a solução adotada para suprir este problema?

- Sim. Qual? \_\_\_\_\_  Não

---

---

---

3- Existe algum tipo de sistema relacionado a redução do consumo de energia no apartamento?

- Sim. Qual? \_\_\_\_\_  Não

4- O sistema de energia utilizado na edificação satisfaz as necessidades?

- Sim       Não. Porque? \_\_\_\_\_

---

---

---

5 - Existe algum tipo de sistema relacionado a redução do consumo de água no apartamento?

Sim. Qual? \_\_\_\_\_  Não

6- Quais os ambientes do apartamento que são bem ventilados?

Sala  Cozinha  Dormitórios  
 Banheiros  Área de serviço  Todos

7- Há necessidade de um ambiente externo?

Sim. Para que finalidade?  Não

---

1- Há necessidade de iluminação artificial durante o dia?Qual (is) a(s) solução(ões) adotada para suprir este problema.

---

---

---

2- Há excesso de iluminação durante o dia? Qual a solução adotada para suprir este problema?

Sim.             Não

---

---

---

3- Existe algum tipo de sistema relacionado a redução do consumo de energia na sua sala?

Sim. Qual? \_\_\_\_\_  Não

4- O sistema de energia utilizado na edificação satisfaz as necessidades?

Sim                                     Não. Porque?

---

---

---

5- Existe algum tipo de sistema relacionado a redução do consumo de água na sua sala?

Sim. Qual? \_\_\_\_\_  Não

6- A sua sala é bem ventilada?

Sim

Não

7- Há necessidade de um ambiente externo?

Sim. Para que finalidade?

Não

---

---

---



Anexo 2 - Planta de Situação e Localização do Edifício Garoupa



### Anexo 3 - Planta Baixa do Subsolo



## Anexo 4 - Planta Baixa do Pavimento Térreo



Anexo 5 - Planta Baixa do Pavimento Tipo





Anexo 6 - Planta de Corte e Fachada Principal

