

**Miguel Aloysio Sattler** é engenheiro civil (1974) e agrônomo (1978) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Doutor pela University of Sheffield (1987), com pós-doutorado na University of Liverpool, Inglaterra (1994). Técnico da Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC no período de 1980 a 1996. Professor da pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica - PUC-RS em 1990, Professor da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA (1991-1993). Atualmente é professor na UFRGS e atua nas áreas de Construção Civil, Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Térmica, Paisagismo, Agrometeorologia e Controle Ambiental.  
E-mail: [sattler@vortex.ufrgs.br](mailto:sattler@vortex.ufrgs.br)

**Michele de Moraes Sedrez** é arquiteta pela Universidade Federal de Pelotas - UFPEL. Participou de projetos de pesquisa no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação - NORIE, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

**Telissa Frenzel da Rosa** é arquiteta. Participou de projetos de pesquisa no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação - NORIE, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

**Márcia Roig Sperb** é engenheira civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (1997). Mestre pela UFRGS na área de Desenvolvimento Sustentável. Atualmente está desenvolvendo uma pesquisa sobre impactos ambientais relacionados a materiais de construção civil. Participou de projetos de pesquisa no Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação - NORIE, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

# 3.

## Aplicação de tecnologias sustentáveis em um conjunto habitacional de baixa renda

Miguel Aloysio Sattler, Michele de Moraes Sedrez, Telissa Frenzel da Rosa e Márcia Roig Sperb

### Resumo

**E**ste trabalho teve como objetivo a concepção de um centro experimental destinado a demonstrar um conjunto de princípios e tecnologias sustentáveis voltadas à provisão de habitações de interesse social.

Foram desenvolvidos os projetos desse centro, denominado Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis (CETHS), para a execução de um protótipo (unidade habitacional). Considerando-se os aspectos de sustentabilidade, geração de empregos, níveis adequados de salubridade e educação ambiental, a implantação irá ocorrer em Nova Hartz, município que integra a área metropolitana de Porto Alegre, de onde dista 70 km.

Pretende-se fazer da construção do centro um exercício de aprendizado, tanto para os futuros moradores do CETHS como para estudantes de graduação e pós-graduação, que deverão participar do processo de implantação das demais casas, a serem construídas através de processo de mutirão.

## Introdução

A preocupação com o desenvolvimento sustentável surge após um longo período em que o homem buscou o crescimento, principalmente econômico, a qualquer custo. Os problemas sociais, a degradação do meio ambiente e a escassez de recursos tornaram necessária a discussão de como deve ser encaminhada a questão do desenvolvimento das nações, tendo em vista a manutenção das espécies (inclusive da humana) e o acesso global à qualidade de vida.

Dentro dessas discussões surge a questão da produção das cidades, no que se refere aos impactos relacionados a esse processo e à qualidade de vida que elas proporcionarão aos seus habitantes. Esses impactos atingem o meio ambiente através da ocupação de áreas naturais, prejudicando a manutenção da biodiversidade, da produção de resíduos que contaminam o solo, o ar e os recursos hídricos e do consumo de recursos materiais e energéticos, que muitas vezes não são renováveis.

A qualidade de vida das pessoas é alterada pelo tipo de ambiente em que vivem. Portanto, os impactos citados prejudicam diretamente a vida do homem. E também alguns segmentos da população não usufruem o conforto proporcionado por alguns desses elementos geradores de impactos. Vivem às margens da cidade e em geral não têm acesso a sistemas de infra-estrutura urbana, a equipamentos comunitários e à habitação. Diferentes fontes indicam que entre 5 milhões e 12 milhões de pessoas não têm acesso à habitação no Brasil (SÄTTLER, 1998).

A partir dessas constatações, o Grupo de Pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE identificou a necessidade de desenvolver pesquisas que buscassem soluções menos impactantes para a produção de assentamentos e edificações, tendo como foco a habitação para pessoas de baixa renda, a fim de proporcionar maior qualidade de vida para essas populações. O ponto de partida das ações do Grupo foi a realização de um concurso internacional de idéias, que mostrou alternativas emergentes de diversas partes do mundo.

O Concurso Internacional sobre Idéias de Projeto, com o tema “Habitações Sustentáveis para Populações Carentes”, realizado em 1995, foi promovido pela Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC) e pela Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Esse concurso serviu como um indicador de diretrizes de projeto e alternativas tecnológicas compatíveis com os princípios de desenvolvimento sustentável. A partir disso, foi proposta a presente pesquisa com o

objetivo de concretizar as idéias premiadas no concurso, através da implantação de um centro de experimentação, demonstração e educação ambiental.

Esse centro experimental objetiva demonstrar um conjunto de princípios e tecnologias sustentáveis, tais como: (a) a utilização de materiais de construção de baixo impacto ambiental; (b) o gerenciamento de resíduos líquidos e sólidos; (c) o uso de fontes energéticas sustentáveis; e (d) a produção local de alimentos, com a implantação de hortas domésticas e de paisagismo produtivo. Foram também contempladas questões sociais, econômicas e educacionais, consideradas desde a fase de concepção do projeto. Dessa forma, busca-se projetar e implantar um conjunto de edificações habitacionais sustentáveis, utilizando uma infra-estrutura de impacto ambiental mínimo.

Visando à materialização do então chamado Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis (CETHS), foi firmado no ano de 2000 um convênio entre o NORIE/UFRGS e a Prefeitura Municipal de Nova Hartz. Desde então, várias ações têm sido realizadas buscando implantar o CETHS nesse município.

## O município de Nova Hartz

Nova Hartz se caracteriza por ser um município de pequeno porte, com aproximadamente 15.000 habitantes, e localizado na região metropolitana de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, de onde dista aproximadamente 70 km (Figura 1). Possui uma área municipal em torno de 60 km<sup>2</sup> e está localizado ao pé de uma serra, abrangendo cotas entre 20 m e 600 m. A beleza natural pode ser vista em vários locais, existindo também diversas nascentes de rios localizadas dentro do município, o que caracteriza uma rica hidrografia.

Apesar de apresentar baixas taxas de desemprego, o município tem alguns problemas quanto à diversidade econômica, já que a economia é baseada predominantemente no setor calçadista. Nesse sentido, é desejável o surgimento de alternativas que apresentem novas possibilidades de geração de renda no município.

Além disso, o município tem problemas de infra-estrutura, pois não possui rede de abastecimento de água, e o tratamento dado aos resíduos cloacais é inadequado. A proposição de tecnologias menos impactantes e de baixo custo para o CETHS poderá inspirar o surgimento de soluções para outras áreas da cidade.



Figura 1 – Localização do município de Nova Hartz

## Primeira etapa do projeto – Desenvolvimento do protótipo Alvorada

Ao final de 1997, foi firmado um convênio entre o NORIE/UFRGS e a Prefeitura Municipal de Alvorada (região metropolitana de Porto Alegre/RS) para o desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre materiais ecológicos e de baixo custo para moradias populares no referido município. O convênio contou com o patrocínio do Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento (IDRC), organização não-governamental do Canadá. A partir desse convênio, decidiu-se aproveitar a oportunidade para estender o projeto de pesquisa à construção de um protótipo que consolidaria os princípios e idéias levantados no Concurso Internacional de Idéias.

Salienta-se que o objetivo de construção do protótipo não era o de estabelecer um modelo a ser reproduzido posteriormente em larga escala, mas, sim, uma edificação cuja função principal seria a de testar, no cotidiano das pessoas, alternativas tecnológicas sustentáveis capazes de preservar o meio ambiente e de, simultaneamente, proporcionar bem-estar (COSTA FILHO et al., 2000). Nesse sentido, para a elaboração do protótipo, buscou-se, a partir dos resultados alcançados no Concurso Internacional de Idéias, definir detalhes e especificações aplicáveis à realidade local.

Costa Filho et al. (2000) comentam algumas das diretrizes (Quadro 1) que nortearam a concepção do projeto. Essas diretrizes foram originadas a partir do desdobramento e da compatibilização de temas relativos à produção e ao funcionamento da habitação e à preservação do meio ambiente.

## DIRETRIZES

Considerar toda a disponibilidade de infra-estrutura local.	Priorizar a otimização da capacidade funcional da habitação, transferindo para um segundo momento a questão de custos.
Avaliar as possíveis relações da habitação com seu entorno.	
Evitar a sobrecarga e o desperdício dos serviços públicos disponíveis.	Para a definição do programa de necessidades, considerar a necessidade de existência de compartimentos que abriguem atividades geradoras de renda.
Contribuir para a viabilização de um modo de vida urbana com menor agressão ao meio ambiente.	
Propiciar a análise, a investigação e a simulação de alternativas tecnológicas capazes de melhorar o ambiente construído e otimizar sua capacidade funcional.	Avaliar as tipologias habitacionais já praticadas pela população da região, bem como os materiais de construção produzidos e comercializados na região, com o objetivo de identificar possíveis aspirações e identidades da população em relação à moradia.
Examinar o balanço energético, o consumo de materiais e a geração de resíduos, considerando a produção, manutenção, consumo e demolição da habitação, e a vida útil das diversas alternativas.	Considerar a acessibilidade universal como um requisito de Projeto.
	Desenvolver um projeto flexível, com alternativas para ampliação e remanejamento dos espaços.
Otimizar o processo de produção e consumo, reduzindo desperdícios e restringindo a geração de resíduos aos limites da capacidade de sua reciclagem natural ou tecnológica.	Utilizar materiais e técnicas construtivas simples, passíveis de serem utilizadas em processos de autoconstrução ou construção por ajuda mútua.
Privilegiar a utilização de fontes materiais e energéticas renováveis.	Fazer o projeto com um profundo nível de detalhamento, a fim de evitar improvisos na obra.

Quadro 1 – Diretrizes para o projeto do Protótipo Alvorada (COSTA FILHO et al., 2000)

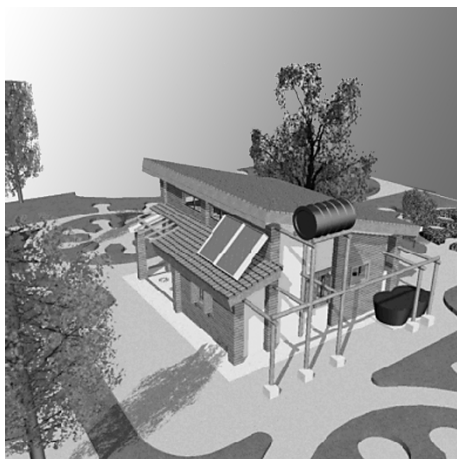


Figura 2 – Vista do Protótipo Alvorada (A)



Figura 3 – Vista do Protótipo Alvorada (B)

## Segunda etapa do projeto – Estudos iniciais para implantação do CETHS

Uma área de 2,7 ha, disponibilizada pela Prefeitura de Nova Hartz, representou o ponto de partida para a implantação do CETHS. Tal área, denominada de gleba 2 (adjacente à gleba 1), localiza-se na zona sul do município, nas proximidades da entrada principal da cidade. Ambas as glebas são de propriedade da Prefeitura Municipal. Porém, enquanto a gleba 1 já possuía projetos de infra-estrutura urbana aprovados, a gleba 2 ainda se encontrava sem nenhum projeto de utilização da área.

Por isso, previu-se, para a gleba 1, a implantação de unidades habitacionais concebidas a partir de princípios sustentáveis, sobre uma infra-estrutura já determinada. No entanto, para a gleba 2, previu-se a implementação de um projeto sustentável completo, ou seja, abrangendo desde aspectos referentes à unidade habitacional

até aspectos relativos a toda a infra-estrutura urbana da área.

O projeto para a gleba 2 deveria considerar também uma via projetada, que futuramente cortará a gleba e será a principal via de acesso ao município de Nova Hartz. Para essa gleba os pesquisadores deveriam propor conjuntos habitacionais que incorporassem o conceito de sustentabilidade e que fossem constituídos de 20 unidades residenciais, centro socioeducacional, manejo/tratamento de resíduos gerados na comunidade, produção local de alimentos, etc. Além disso, as unidades habitacionais adotadas seriam concebidas a partir do protótipo realizado no Projeto Alvorada (SATTLER et al., 2000).

Em junho de 2000, foi realizada uma reunião na qual os pesquisadores apresentaram para a Prefeitura Municipal de Nova Hartz as suas duas propostas de implantação do CETHS na gleba 2 (Figuras 3 e 4). Tendo em vista a riqueza de ambas as propostas, decidiu-se por não escolher tão-somente uma, mas, sim, buscar agregar as características positivas das duas propostas.

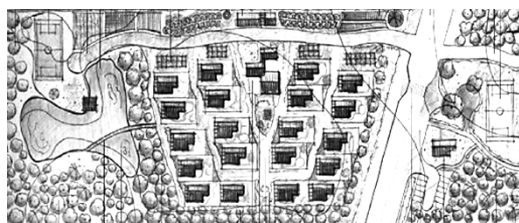


Figura 4 – Proposta A de implantação do CETHS na gleba 2

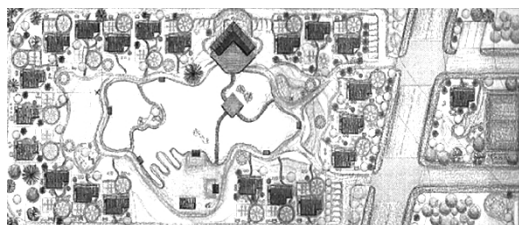


Figura 5 – Proposta B de implantação do CETHS na gleba 2

Ambas as propostas possuíam algumas características em comum, como, por exemplo:

- a adequação do projeto à geomorfologia e ao clima do sítio;
- a utilização de formas orgânicas, visando a otimizar o uso do espaço e harmonizar o ambiente construído com o ambiente natural;



- a disposição estratégica dos diversos elementos do conjunto habitacional, proporcionando um maior contato entre homem e natureza;
- a disposição do eixo maior da unidade habitacional (Protótipo Alvorada) no sentido leste–oeste, para fins de privilegiar o conforto ambiental das edificações, assim como a captação de energia solar;
- a localização de uma casa experimental e de uma área para estacionamento de visitantes entre as glebas 1 e 2, utilizando a parte da gleba 2 isolada pela via projetada. Esses elementos funcionariam como entreposto, recepção e sede administrativa do CETHS, e o estacionamento diminuiria o fluxo de carros no interior do conjunto habitacional;
- a mínima pavimentação do solo, buscando também priorizar aspectos de acessibilidade universal;
- a criação de um lago aquacultural, considerando a manutenção da característica de banhado da área, podendo ser utilizado tanto para tratamento final dos efluentes gerados na comunidade quanto para atividades de lazer e contemplação da paisagem;
- a localização de uma quadra esportiva entre as glebas 1 e 2, possibilitando uma interação social entre os moradores das glebas;
- a destinação de áreas comunitárias e privadas para produção de alimentos, possibilitando o suprimento de uma parcela das necessidades alimentares a partir do cultivo local, bem como a comercialização de excedentes como uma possível fonte de renda adicional; e
- a utilização de composteira para tratamento de resíduos sólidos orgânicos, associada a minhocário.

Como características específicas da proposta A, representada pela Figura 4, salientam-se as seguintes:

- a compacidade da implantação das habitações, visando à otimização da infraestrutura;
- a criação de lotes que apresentam uma área compatível com uma pequena produção e com outras atividades domésticas, criando áreas comunitárias de produção com o objetivo de otimizar o trabalho;
- o desenho de uma via única de acesso de carros no loteamento, com estacionamentos sombreados por paisagismo produtivo localizados somente ao longo dessa via. As outras vias possuem gabarito compatível com o acesso eventual de veículos por parte dos moradores e serviços imprescindíveis;

- a proposição da maior dimensão do lote no eixo leste-oeste, favorecendo a incidência solar proporcionada pela orientação norte, para permitir o surgimento de um ecossistema rico no lote;
- a formação de barreira vegetal, constituída em parte por vegetação nativa e em parte por frutífera, ao sul-oeste do loteamento, para evitar a incidência de ventos de inverno;
- o acompanhamento da inclinação da via projetada, para otimizar o aproveitamento de espaço;
- a ligação com a gleba 1 através de uma via de acesso de carros e outra via de acesso somente a pedestres;
- a existência de áreas de lazer com diferentes finalidades, uma mais próxima às residências para o lazer e o encontro comunitário cotidiano (rua de lazer), e outra um pouco mais afastada, para um contato maior com a natureza, lazer contemplativo e atividades esportivas e recreativas;
- a existência de um espaço de recreação especialmente destinado ao público infantil que objetiva incentivar a reprodução das idéias e tecnologias utilizadas no CETHS, em uma escala compatível com a compreensão e participação das crianças;
- a utilização de elementos sutis para a separação dos lotes, principalmente cercas com vegetação, com a finalidade de criar um espaço mais contínuo, como um parque, evitando uma ênfase na expressão da propriedade, para priorizar a criação de um ambiente agradável para todos; e
- a utilização de um catavento para bombear água do poço artesiano para o reservatório, assim como para marcar a entrada do CETHS.

Como características específicas da proposta B, representada pela Figura 5, ressaltam-se as seguintes:

- a ênfase na manutenção da área de banhado, incrementando seu papel funcional;
- o desenho de uma via periférica possibilitando o acesso de carros a todos os lotes e ao centro comunitário, estando os estacionamentos localizados somente nas duas entradas do loteamento e no centro comunitário;
- a ligação com a gleba 1 através do prolongamento de suas duas vias de acesso de carros (projeto já existente);
- a localização de um anfiteatro entre as glebas 1 e 2, para reuniões, encontros, teatro, etc., assim como uma cancha de bocha para lazer;

- a existência de *playgrounds* distribuídos em pequenas áreas ao longo da gleba, facilitando o acesso e integrando-se à paisagem;
- a formação de chinampas no lago aquacultural, determinando um aproveitamento das bordas através de configurações de canais e canteiros produtivos, assim como formação de ilhas de bambu funcionando também como quebra-ventos;
- a utilização de biodigestor e leitos de evapotranspiração associados ao lago aquacultural para o tratamento de efluentes líquidos; e
- a localização de taludes junto à via projetada, para redução de ruído de tráfego.

Porém, após uma visita técnica detalhada na gleba 2, constatou-se a impossibilidade de uma implantação habitacional sustentável no local tendo em vista ser esta uma área com características naturais de banhado, cujo ecossistema deve ser primordialmente preservado. Novos rumos, então, foram traçados para a implantação do CETHS. A riqueza de conteúdo das propostas apresentadas para a gleba 2, contudo, representou a base para os novos trabalhos que viriam.

### Terceira etapa do projeto – Gleba 2: proposta final

Partiu-se para o estudo da implantação do CETHS na gleba 1 (2,3 ha), buscando adaptar os projetos de infra-estrutura urbana já existentes a princípios sustentáveis. O desenho urbano e os projetos de rede de água, rede elétrica, esgoto cloacal, esgoto pluvial e pavimentação passaram a ser, então, repensados e reformulados visando ao mínimo impacto ao meio ambiente.

Dessa forma, a previsão inicial para a gleba 1 foi ampliada. Em vez de somente implantar unidades habitacionais sustentáveis, sobre uma infra-estrutura convencional predeterminada, pôde-se estudar novas formas de realizar uma implantação urbana mais sustentável. A possibilidade de adaptar projetos já existentes tornou-se então um desafio a ser alcançado.

Em outubro de 2000, os pesquisadores apresentaram as novas propostas para a Prefeitura de Nova Hartz (Figura 6), dentro do paradigma da sustentabilidade. As mudanças propostas ocorreram nas áreas de:

- desenho urbano;
- gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase no tratamento das águas negras, cinzas e utilização das águas pluviais;

- diretrizes para novos protótipos de habitação;
- agricultura urbana e paisagismo produtivo; e
- uso de fontes de energia.

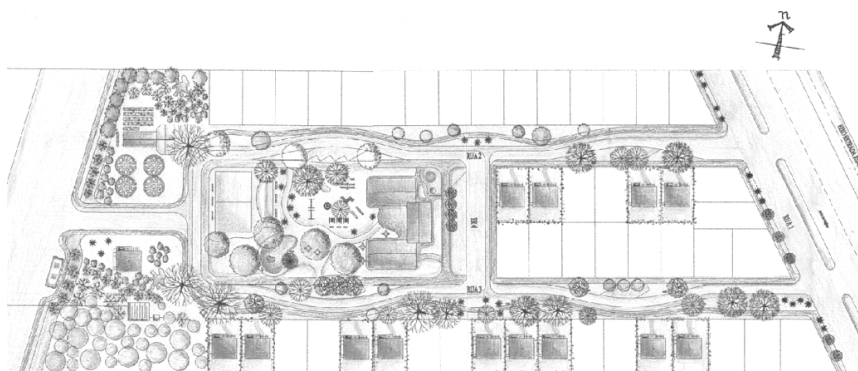


Figura 6 – Proposta de implantação do CETHS na gleba 1

Inicialmente, serão construídas oito unidades habitacionais, com possibilidade posterior de alcançar um total de 49 unidades no mesmo local. Enquanto as primeiras oito unidades a serem construídas possuirão as características morfológicas e funcionais do Protótipo Alvorada, está previsto que para as demais unidades sejam incorporadas novas propostas arquitetônicas (em termos de *layout*, materiais, tecnologias, etc.). A proposta de localização das oito primeiras unidades (Figura 6) buscou possibilitar a concepção posterior de casas geminadas, assim como a implantação em lotes com fachada principal para o norte (devido a características específicas do Protótipo Alvorada).

### Proposta de desenho urbano

A disposição dos terrenos existente na proposta convencional, já aprovada pelos órgãos competentes, não poderia ser modificada. Por isso, as alterações se concentraram nos espaços coletivos. O novo projeto (Figura 7) redistribuiu o percentual de área ocupada considerando cada um dos elementos que compõem o ambiente urbano. Além disso, considerou os sistemas de infra-estrutura como parte integrante da paisagem urbana.

A proposta do projeto buscou a modificação da relação de interação entre os elementos que compõem a paisagem urbana – homem, edifício, automóvel, vegetação, infra-estrutura –, transformando a rua em um lugar que incremente a possibili-

dade de convívio comunitário. Em geral, os loteamentos produzidos privilegiam o automóvel através do gabarito do leito carroçável. Esse fato é determinado, em parte, pela legislação, que determina uma largura mínima de via que, em geral, é excessiva em situações de uso predominantemente residencial.

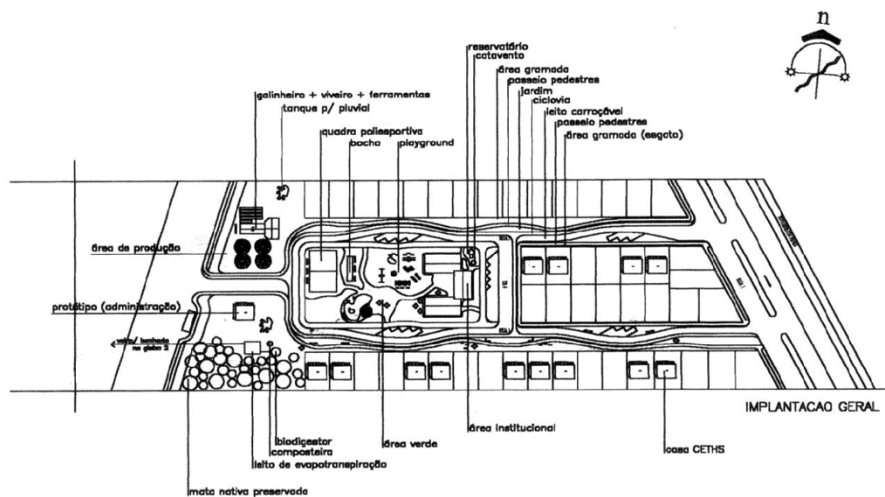


Figura 7 – Proposta de desenho urbano do CETHS  
 Fonte: Jatthy et al., 2000

A proposta é a de que tanto o pedestre como a relação entre as pessoas sejam a prioridade. Para isso o leito carroçável foi diminuído, ficando com somente um sentido de deslocamento, e recebeu um traçado mais sinuoso. Assim, alargaram-se as calçadas e foi possível a criação de bolsões para a localização de equipamentos urbanos. Como a gleba 2 ficará situada entre duas vias de tráfego intenso (a existente e a projetada), as propostas citadas visaram também à criação de obstáculos à circulação de automóveis, para que o CETHS não se transformasse em uma ligação direta entre essas duas vias. O traçado sinuoso determina uma diminuição na velocidade do veículo e, portanto, os pedestres podem circular com maior tranquilidade. Salienta-se que a diminuição do gabarito foi fundamentada pelo estudo geométrico, que verificou a possibilidade de deslocamento de veículos de grande porte (caminhões, ambulâncias, corpo de bombeiro), utilizando como escape a ciclovia localizada junto ao leito carroçável.

Outra preocupação do projeto é integrar de forma cooperativa os diversos elementos que compõem a paisagem, fazendo com que cada elemento esteja ligado

a mais de uma função, maximizando o aproveitamento dos recursos. O leito carroçável, por exemplo, pode, em certas circunstâncias, participar do escoamento das águas pluviais. A ciclovia atua em conjunto com o leito carroçável, possibilitando o deslocamento de grandes veículos, conforme citado. A interseção desses dois elementos serve como suporte físico para o sistema de coleta de águas da chuva, e este sistema, ao mesmo tempo, evidencia a separação dos dois elementos anteriores (Figura 8).

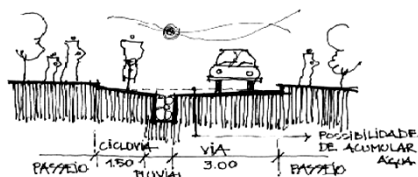


Figura 8 – Seção transversal da via proposta  
Fonte: Jatahy et al., 2000

## Gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase no tratamento das águas negras e das águas cinzas e na utilização das águas pluviais

O abastecimento de água na cidade de Nova Hartz é feito a partir de poços artesianos e, devido à falta de outras opções, essa mesma alternativa deverá ser adotada no CETHS, contando, todavia, com a implantação de um sistema de monitoramento da qualidade da água. O bombeamento de água será feito com um catavento, instalado em conjunto com uma bomba convencional, que será acionada em dias com pouca incidência de ventos.

Os resíduos gerados nas edificações foram classificados de duas maneiras, conforme suas características. Neste trabalho foram consideradas águas negras as águas usadas provenientes dos vasos sanitários, e águas “cinzas” as provenientes das pias, lavatórios e chuveiros.

As águas negras serão tratadas de acordo com as seguintes etapas:

- condução do efluente, através de tubulação, até um biodigestor. Esta tubulação estará localizada na área pública, em uma área não pavimentada dos passeios para pedestres. Visando a facilitar a manutenção, sobre esses canteiros serão plantadas espécies compatíveis com a presença das tubulações; e
- no biodigestor, o efluente gerará três subprodutos: o gás metano a ser utilizado como energético nas áreas comunitárias; o lodo, que, depois de passar por um tratamento anaeróbio, participará de um processo de compostagem, gerando um

adubo a ser utilizado nas áreas de produção coletiva; e, finalmente, um efluente líquido, que será encaminhado a um leito de evapotranspiração.

Segundo Jatahy et al. (2000), o leito de evapotranspiração (Figura 9) constitui-se em um ambiente propício para uma série de bactérias, as quais processam os nutrientes ainda contidos no efluente, permitindo que sejam utilizados pelas plantas do leito de evapotranspiração. Os frutos (distantes do solo) dessas plantas poderão ser utilizados como alimentação para os moradores, como ração para os animais ou enviados para o processo de compostagem.

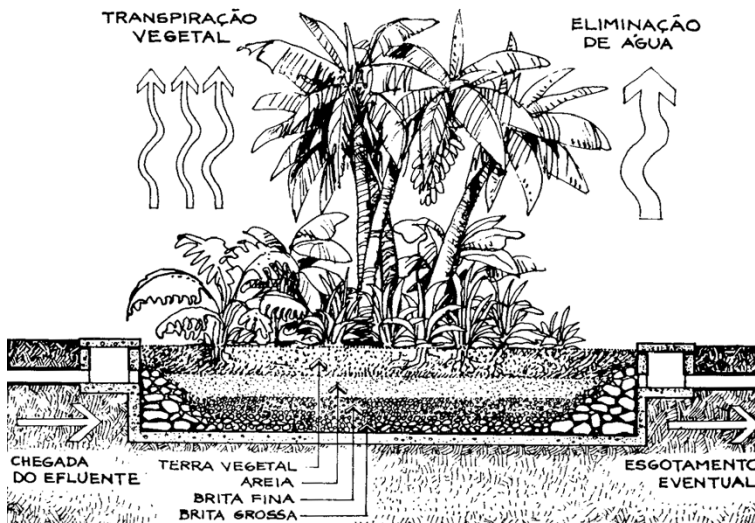


Figura 9 – Funcionamento do leito de evapotranspiração  
Fonte: Mascará, 1991

As águas cinzas, por sua vez, serão tratadas da seguinte forma:

- em um primeiro momento, são conduzidas para uma caixa de gordura e de decantação primária, existente em cada um dos lotes e constituída por duas partes: uma câmara maior, para onde são conduzidos os efluentes do tanque, lavatório e chuveiro; e outra câmara menor, para onde é conduzida a água proveniente da pia da cozinha. O objetivo dessa caixa é separar os sólidos contidos no efluente; e
- a água da pia da cozinha é conduzida a uma caixa de gordura, para a separação da gordura, e depois reconduzida à grande câmara, para eliminar os outros ele-

mentos sólidos. Esse processo é representado pela Figura 10;

- as águas cinzas são então encaminhadas para um tanque de estocagem no próprio lote com capacidade de 400 litros, que tem por objetivo armazenar água para irrigar a horta local, podendo constituir-se também em um elemento amenizador do microclima local; e
- o excedente, não utilizado para irrigação das hortas, será conduzido para a rede pluvial.

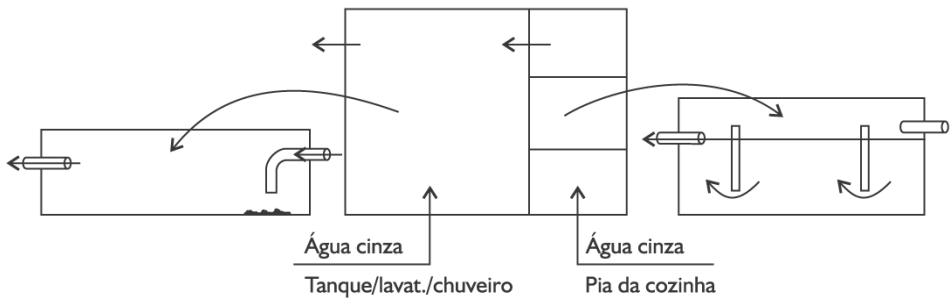


Figura 10 – Esquema de funcionamento da caixa de decantação  
Fonte: Jatahy et al., 2000

Quanto à drenagem das águas da chuva, o conceito do projeto propôs a busca por alternativas que determinassem a infiltração local dessas águas, contribuindo, assim, para a manutenção do lençol freático local e evitando o acúmulo de água somente em alguns pontos do loteamento. Nesse sentido, a primeira decisão tomada foi que todas as pavimentações utilizadas possuirão juntas do tipo seca, que permitem a infiltração local das águas.

Nas áreas condominiais, a proposta é que as águas pluviais sejam recolhidas por canal de escoamento localizado entre o leito carroçável e a ciclovia (Figura 11). O leito do pluvial será constituído por um canal revestido por manta geotêxtil, que permitirá a infiltração da água no solo durante o percurso. Será ainda preenchido com pedra de mão, o que garante a manutenção da forma do canal e do nível da superfície em relação ao leito carroçável e à ciclovia, permitindo, ainda, que a água escoe através dos vazios formados. A manta geotêxtil impede que elementos de pequena granulometria penetrem nesses vazios, o que faria com que o canal perdesse sua função.



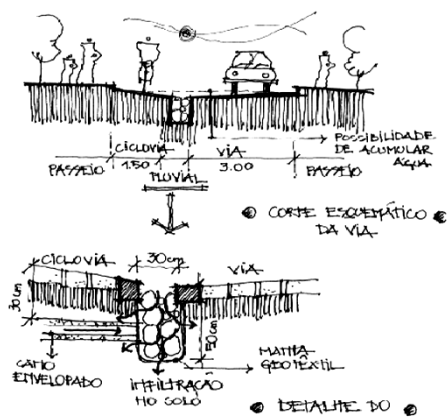


Figura 11– Perfil da rua e detalhe do sistema pluvial  
 Fonte: Jatahy et al., 2000

Dentro dos lotes, quando necessário, serão criados dois sentidos de escoamento, implementando uma linha de recolhimento do escoamento superficial no fundo deles, e outra, já citada, na frente, entre a ciclovia e o leito carroçável. A linha de recolhimento no fundo de cada lote constituir-se-á de um canal permeável revestido de solo cimento (traço 1:8), localizado junto à divisa do terreno. Esse canal também permitirá a absorção local das águas ao longo do percurso.

Os dois tipos de canal conduzirão os excedentes não absorvidos localmente para dois pequenos lagos de armazenamento, na área de produção comunitária. Esse recurso será aproveitado para as atividades de produção comunitária. Nas habitações, a água da chuva recolhida no telhado será armazenada em dois tanques e utilizada para a descarga sanitária (Figura 12), podendo o excedente, se houver, ser direcionado para outras atividades.

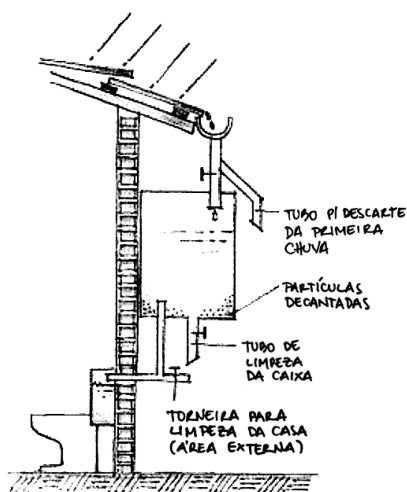


Figura 12 – Sistema de aproveitamento das águas pluviais

## Diretrizes para novos protótipos de habitação

As diretrizes para novos protótipos de habitação, a serem implantados posteriormente no CETHS, foram baseadas no conceito de desenvolvimento sustentável. Segundo Sachs (1993), existem cinco dimensões que devem ser consideradas para o planejamento do desenvolvimento:

- sustentabilidade social: o objetivo é melhorar substancialmente os direitos e as condições de amplas massas de população e reduzir a distância entre os padrões de vida de abastados e não-abastados;
- sustentabilidade econômica: possibilitada pela alocação e gestão mais eficiente dos recursos e por um fluxo regular do investimento público e privado;
- sustentabilidade ecológica: é alcançada através da intensificação do uso dos recursos potenciais dos vários ecossistemas, proporcionando o menor dano possível aos mesmos, da limitação do uso de recursos não renováveis, da redução do volume de resíduos e de poluição, do estabelecimento de limites de consumo para países ricos, da intensificação da pesquisa de tecnologias limpas e da proposição de regras para a proteção ambiental, definindo instrumentos econômicos, legais e administrativos necessários para o cumprimento dessas regras;
- sustentabilidade espacial: é voltada a uma configuração rural-urbana mais equilibrada e a uma melhor distribuição territorial de assentamentos humanos e atividades econômicas, buscando a diminuição das concentrações excessivas nas áreas metropolitanas e da destruição dos ecossistemas, a promoção da agricultura regenerativa e da industrialização descentralizada e, ainda, o estabelecimento de uma rede de reservas naturais e de biosfera para proteger a biodiversidade; e
- sustentabilidade cultural: é alcançada através da tradução do conceito normativo de codesenvolvimento em uma pluralidade de soluções particulares que respeitem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local.

A definição de diretrizes para os futuros projetos de habitações do CETHS constitui-se de uma análise que visa a verificar de que forma a produção das habitações em Nova Hartz pode contribuir para o desenvolvimento das cinco dimensões da sustentabilidade propostas por Sachs (1993). Com isso, pretende-se criar soluções saudáveis e confortáveis de habitações, a um preço acessível, com um impacto ambiental minimizado (SATTLER, 1998).

A sustentabilidade social será buscada através de habitações que proporcionem qualidade de vida, oferecendo às populações de baixa renda a possibilidade de viver dignamente. A disponibilidade reduzida de recursos deve ser considerada. Todavia, o objetivo do projeto deve ser a produção de habitações que ofereçam bem-estar ao morador e não a produção da habitação de menor custo.

A sustentabilidade econômica do processo de produção das edificações está relacionada a iniciativas que busquem a redução dos custos delas e a geração de renda localmente. As iniciativas propostas são:

- utilização de materiais locais que não determinam custos elevados relativos ao transporte e que geram empregos na região de Nova Hartz;
- produção de projetos sob os princípios da coordenação modular que possibilitem a adoção de sistemas de construção otimizados e a diminuição das perdas de material por perdas de quebra; e
- utilização da mão-de-obra dos futuros moradores, que podem ser beneficiados com a aprendizagem de um ofício e que, além disso, podem ficar mais comprometidos com o projeto, favorecendo, assim, o êxito social do empreendimento.

A sustentabilidade ecológica das habitações pode ser alcançada através da:

- escolha responsável dos materiais e sistemas construtivos, considerando os impactos relacionados a essas escolhas;
- otimização do desempenho energético na fase de uso da edificação, principalmente com o uso de sistemas passivos de condicionamento ambiental e do aproveitamento de formas de energia disponíveis e limpas; e
- escolha do tipo de implantação, considerando a topografia e os ecossistemas existentes no local, devendo a edificação se integrar a estes.

A sustentabilidade espacial é definida pelo tipo arquitetônico proposto, que deverá apresentar as seguintes características:

- compacidade, já que a disponibilidade de terreno é limitada, e assim uma maior área fica liberada para a produção de alimentos;
- flexibilidade, o que permite uma maior adequação às necessidades funcionais dos usuários e tende a determinar diversidade na composição do ambiente urbano; e
- utilização de uma solução formal que não gere conflitos entre os moradores, o que causaria a dispersão da comunidade.

A sustentabilidade cultural deverá ser buscada de duas formas:

- identificação dos elementos da edificação que fazem parte da “memória afetiva” da comunidade; e
- identificação de espaços da edificação que são suportes a atividades e comportamentos típicos dessas comunidades, devendo tais espaços receber maior atenção no projeto.

## Projeto de agricultura urbana e paisagismo produtivo

Segundo Tomasini et al. (2000), os cultivos agrícolas nas cidades apresentam uma série de características convergentes com os princípios do desenvolvimento sustentável. Entre essas características destacam-se (TOMASINI et al., 2000):

- a produção é consumida diretamente por quem cultiva ou então por mercados próximos, diminuindo os gastos com transporte (e o conseqüente consumo de combustíveis fósseis) e as perdas por deterioração;
- as técnicas regenerativas de produção são facilmente adaptadas para a agricultura urbana, visto que tal agricultura quase sempre é intensiva e faz pouco uso de químicos ou maquinário pesado;
- esse tipo de produção pode fazer parte de sistemas regenerativos maiores, utilizando fontes urbanas de recursos, como a água reciclada, o esgoto e o lixo orgânico doméstico;
- a agricultura urbana pode fornecer empregos de tempo parcial e temporário para os desempregados e subempregados urbanos;
- a agricultura urbana pode se beneficiar do efeito de “ilhas de calor” que ocorre nas grandes cidades, o que pode determinar estações maiores de crescimento para as plantas;
- a possível amenização das amplitudes térmicas nas cidades;
- a redução da impermeabilização do solo;
- o embelezamento da cidade;
- a garantia do consumo de alimentos saudáveis livres de defensivos químicos;
- a amenização do estresse urbano através do contato com a terra; e
- o benefício cultural e educativo advindo do resgate, conservação e transmissão de valores e conhecimentos ligados à terra e à produção de alimentos para as gerações posteriores.

A proposta para o CETHS prevê a implantação de um sistema de produção de alimentos em dois níveis distintos mas complementares: produção individual nos lotes, e produção coletiva em áreas de uso comum. O conceito proposto baseia-se principalmente em dois princípios da permacultura<sup>1</sup>:

- cada elemento do sistema deve executar muitas funções;
- cada função importante é apoiada por muitos elementos (MOLLISON; SLAY, 1998).

Com isso, espera-se que a vegetação possa agregar o maior número de funções possível, bem como estar articulada com os demais elementos do projeto CETHS. A partir daí os objetivos a serem alcançados pela proposta de paisagismo para o loteamento são os seguintes:

- função produtiva, dando ênfase aos produtos ou subprodutos que as espécies possam gerar e que possam ser utilizados de forma direta pelos moradores do CETHS (consumo direto e produção de alimentos elaborados), pelas criações de animais (convertendo produtos vegetais em proteína animal) e pela fauna nativa, ou que possam ser utilizados como biomassa, ou reintroduzidos nos ciclos através de compostos orgânicos;
- função pedagógica, introduzindo uma forma participativa na decisão de quais espécies serão utilizadas e propiciando aos moradores o conhecimento sobre o que estão plantando, para que estão plantando e para que serve aquilo que estão plantando, tanto em relação ao meio ambiente como em relação à sua própria alimentação e saúde;
- função térmica (Figura 13), utilizando a vegetação para melhorar as condições térmicas tanto das habitações quanto das áreas de convívio e de circulação. A título de exemplo, propõe-se que árvores de grande e médio portes sejam utilizadas nos passeios localizados na face norte dos lotes, visando ao sombreamento das habitações no verão, com a preocupação de que essas árvores sejam caducifólias para permitir a passagem dos raios solares no inverno, junto à habitação. Propõe-se, ainda, a utilização de trepadeiras caducifólias e frutíferas em pergolados localizados junto à fachada oeste, também com a finalidade de sombreamento no verão e insolação no inverno; e

<sup>1</sup> Permacultura é um sistema de *design* para a criação de ambientes humanos sustentáveis. Em um primeiro nível, lida com as plantas, animais, edificações e infra-estruturas (água, energia, comunicações). Todavia, a permacultura não trata somente desses elementos, mas, principalmente, dos relacionamentos que podemos criar entre eles por meio da forma em que os colocamos no terreno (MOLLISON; SLAY, 1998).

- função de incremento do bem-estar psicológico, pois se sabe que o uso bem planejado da vegetação pode produzir efeitos benéficos sobre a saúde psicológica das pessoas, transmitindo sensações de tranqüilidade e relaxamento. Em vista disso, o projeto preocupa-se com a vegetação na maior parte dos espaços disponíveis e com as qualidades estéticas da composição da paisagem.

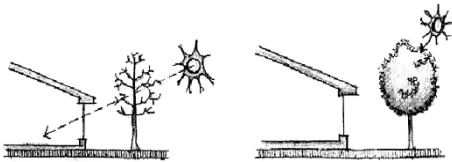


Figura 13 – Utilização de vegetação caducifólia para redução da incidência de radiação no verão

Em relação ao último objetivo discutido, será considerado não somente o aspecto visual como a exploração de características da vegetação relacionadas a outros sentidos humanos, tais como o paladar, o tato e o olfato. Assim, procuram-se também ambientes que estimulem o “experenciamento” da vegetação, seja através de cores, formas e texturas de plantas, seja através de oportunidades de saborear os seus frutos ou de sentir o perfume que exalam.

Tendo em vista os objetivos citados, descrevem-se a seguir algumas soluções propostas para o projeto CETHS quanto aos lotes, passeios, área de produção coletiva e de recreação.

A proposta para os lotes, discutida por Tomasini et al. (2000), consiste na introdução de uma série de possibilidades produtivas inspiradas na permacultura (MOLLISON; SLAY, 1998), adaptáveis a pequenos jardins urbanos, entre as quais:

- horta permacultural, que consiste de uma horta que utiliza um *design* racional, na qual as espécies são dispostas de acordo com o seu porte e necessidade de manejo e onde há uma preocupação com princípios de ergonomia, ao facilitar o acesso aos canteiros para operações de plantio, manutenção e colheita;
- espiral de ervas, que consiste de um canteiro para o cultivo de ervas medicinais e temperos para a cozinha. Esse canteiro possui o formato de uma espiral ascendente, onde as espécies são cultivadas de acordo com a necessidade de luz e de água (espécies mais exigentes de luz e drenagem do solo são plantadas em posição mais acima da espiral, onde a iluminação direta é maior e onde o solo é mais bem drenado); e

- galinheiro móvel, que consiste de um pequeno galinheiro que pode ser deslocado facilmente sobre o solo, fornecendo à população ovos e carne e ainda proporcionando o efeito chamado de “trator galinha”, que consiste da aragem do solo provocada pelo hábito de ciscar da galinha e da fertilização do solo com o esterco que a ave produz.

Propõe-se também para os lotes o cultivo de arbustos e árvores frutíferas de pequeno porte (nativas ou exóticas), o cultivo das cercas de divisa entre os terrenos e sobre pergolados junto a casa com trepadeiras produtivas. O projeto CETHS prevê, ainda, a reciclagem do lixo orgânico doméstico através da compostagem e aplicação nos cultivos realizados nos próprios lotes.

O desenho urbano do CETHS prevê a criação de áreas de convívio (Figura 14) junto aos passeios localizados em frente aos lotes. Esse desenho possibilita a implantação de três níveis distintos de vegetação: árvores, arbustos e herbáceas.

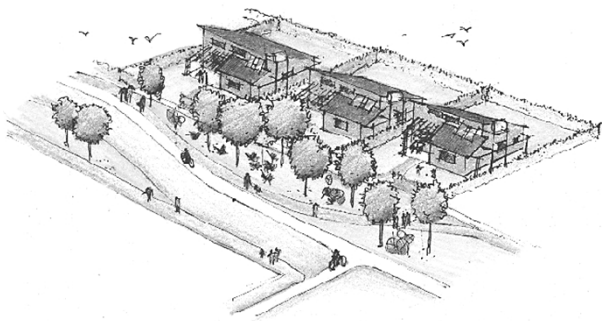


Figura 14 – Paisagem do CETHS

62 Em relação à escolha das espécies arbóreas, a ordem de prioridade proposta foi: espécies nativas regionais; espécies frutíferas nativas do RS úteis à alimentação humana; espécies frutíferas nativas do RS úteis à alimentação da fauna; espécies nativas do RS de uso medicinal; espécies com floração ou demais atributos ornamentais.

Os critérios para seleção das espécies arbustivas e herbáceas a serem implantadas nos canteiros existentes em ambos os lados das vias diferenciam-se daqueles utilizados para arborização, uma vez que enfatizam muito mais as questões produtivas e ornamentais. Esses espaços procuram conjugar produção e ornamentação atra-

vés da priorização do uso de espécies produtivas de alimentos, de uso medicinal, aromáticas, de floração ornamental, melíferas, atrativas para beija-flores, atrativas para borboletas, entre outras características. Destaca-se ainda aqui a priorização de espécies que possuam ciclo perene e que sejam pouco exigentes em manejo. Essas áreas poderão vir com o tempo a se tornarem áreas de produção coletiva, onde os moradores poderão se responsabilizar pelo plantio e manutenção da vegetação em frente aos seus lotes

Conforme descrito por Tomasini et al. (2000), o projeto CETHS prevê a existência de uma área específica para a produção coletiva de alimentos. Segundo esses autores, a forma de administração das atividades nesse local deverá ser decidida pela própria comunidade, com o suporte de um trabalho na área social a ser desenvolvido pela prefeitura de Nova Hartz. A idéia lançada pelo projeto é que a produção dessas áreas se destine ao abastecimento direto das famílias habitantes do CETHS, ao abastecimento do centro comunitário e da creche e à comercialização dos excedentes como complemento à renda da comunidade.

As técnicas de cultivo a serem empregadas serão baseadas nas filosofias de produção ligadas ao paradigma da agricultura sustentável, ou seja, aproveitando recursos locais (como emprego da mão-de-obra local), utilizando adubação orgânica (composto orgânico proveniente de resíduos oriundos de podas e limpeza de áreas coletivas e do lixo orgânico do centro comunitário e creche), valorizando a biodiversidade (policulturas), promovendo a interação entre criações animais e cultivos vegetais (alimentando os animais com as sobras da produção vegetal e fertilizando os cultivos vegetais com o esterco dos animais), utilizando técnicas de controle de pragas e doenças sem a aplicação de defensivos químicos (através do uso de inseticidas e fungicidas biológicos, controle biológico, alelopatia, rotação de culturas, etc.), entre outros aspectos.

O projeto do loteamento prevê também a existência de uma área para recreação, localizada junto ao centro comunitário e a uma creche. Quanto à definição da proposta de paisagismo, foram priorizadas as questões sociais e recreativas da comunidade em detrimento das atividades produtivas. Serão empregados, também neste espaço, os três níveis de vegetação mencionados anteriormente, procurando conjugar critérios semelhantes de seleção, porém com maior ênfase nas qualidades ornamentais das espécies. Sempre que possível, no entanto, espécies produtivas também serão empregadas, desde que não sejam exigentes em manutenção e não entrem em conflito com as funções de lazer dessa área.



## Uso de recursos energéticos

É prevista a instalação progressiva de sistemas alternativos de obtenção de energia, por causa dos custos iniciais de algumas dessas tecnologias, que impossibilitam a instalação imediata delas. Entre essas alternativas destaca-se o uso de fotocélulas e de turbinas eólicas para a geração de energia elétrica.

Algumas outras alternativas, todavia, já foram detalhadas nas etapas de projeto realizadas:

- o uso de energia solar para o aquecimento de água, por meio de painéis dispostos na cobertura;
- o uso de um fogão a lenha (Figura 15), onde o energético é aproveitado para a cocção de alimentos, para o aquecimento do ambiente e de água para banho. Além disso, a lenha é um recurso renovável que pode ser proveniente de florestas corretamente manejadas, o que determina baixos impactos ambientais; e
- o uso de um cata-vento, para apoiar as atividades de bombeamento de água.

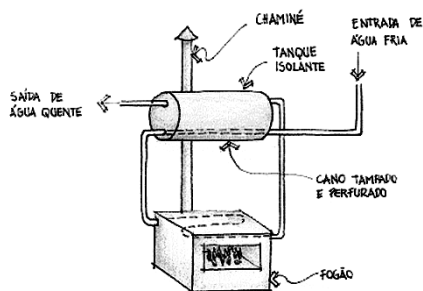


Figura 15 – Fogão a lenha

Além disso, o local potencial de geração de energia elétrica através do uso de turbinas eólicas vem sendo analisado a partir de uma pesquisa realizada em parceria com a Companhia Estadual de Energia Elétrica. Espera-se que, com a implementação do projeto inicial do CETHS, outras parcerias surjam para verificar a utilização de certas formas alternativas de obtenção de energia elétrica e de demonstrar essas tecnologias aos visitantes do CETHS.

## Considerações finais

Este artigo descreveu o projeto do Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis em seus diversos aspectos. Em 25 de agosto de 2001, foi

iniciada a construção das oito primeiras unidades habitacionais do CETHS, em Nova Hartz, a partir de um processo licitatório realizado pela Prefeitura Municipal (Figura 16). Enquanto isso, os projetos para a infra-estrutura urbana na gleba 1, referentes a implantação, pavimentação, iluminação pública, rede de água, esgoto cloacal e esgoto pluvial, estão em processo de detalhamento e aprovação na Fundação de Proteção ao Meio Ambiente do Estado e na Secretaria de Habitação do Estado.



Figura 16 – Estágio de implantação do CETHS, em Nova Hartz (23/10/2001)

Na gleba 2, adjacente à gleba 1, pretende-se implantar uma nova área de demonstração, ligada a práticas agrícolas sustentáveis, para produção ecológica de alimentos para a comunidade do CETHS, assim como para a população de Nova Hartz (colha-e-pague) e também para demonstração e educação. As últimas atividades realizadas dizem respeito ao processo de aprovação do projeto. Essa experiência tem explicitado as dificuldades para a aprovação de projetos com características inovadoras, mesmo que as iniciativas estejam baseadas em experiências anteriores bem-sucedidas e que os resultados do uso dessas novas tecnologias causem menores impactos ambientais. Espera-se, contudo, que o CETHS represente no futuro um referencial para o processo de projeto e implantação de conjuntos habitacionais. Para que isso aconteça, relatórios de acompanhamento do CETHS/Nova Hartz, desde a fase de concepção das propostas, estão sendo elaborados. Dessa forma, através do registro de todo o processo, torna-se possível a capacitação e o aperfeiçoamento de estudantes e profissionais vinculados ao projeto e à implantação de assentamentos habitacionais, assim como a troca de experiências com municipalidades, universidades e demais instituições interessadas.

## Referências bibliográficas

COSTA FILHO, A.; BONIN, L. C.; SATTLER, M. A. Tecnologias sustentáveis em habitações destinadas à população de baixa renda. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., Salvador, 2000. **Anais...** v. 1.

JATAHY, C. C. et al. **Gerenciamento sustentável dos resíduos para o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis – Nova Hartz/RS.** (Artigo produzido na Disciplina Projetos Regenerativo, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, nov. 2000. Artigo não publicado.

MASCARÓ, Juan Luis. **Manual de loteamentos e urbanização.** Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1994.

MOLLISON, Bill; MIA SLAY, Renny. **Introdução a permacultura.** (Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável), Brasília: PNFC, 1998.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel/Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.

66

SATTLER, M. A. A centre for sustainable housing technologies in Brazil. In: CIB – WORLD BUILDING CONGRESS, Gavle, KTH, 1998. **Anais...** p. 2331-2338.

SATTLER, M. A.; FILHO, A. C.; BONIN, L. C. A low cost sustainable house. In: PLEA 2000 - THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 16., Cambridge, UK, 2000. **Anais...** p. 187-191.

TOMASINI, S. L. V.; HAAS, M. C.; SATTTLER, M. A. **Agricultura urbana e paisagismo produtivo:** uma proposta para o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis no município de Nova Hartz/RS. (Artigo produzido na Disciplina Projetos Regenerativo, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, nov. 2000.  
Artigo não publicado.

