



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

ESTRATÉGIAS MAIS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AO PROJETO DA SEDE DA AMUCAN, EM CANELA – RS

André S. Oliveira(1); Alexandre Stolte(1); Bianca Pagani(1); Ingrid P. B. Bohadana(2); Lidiane Ibeiro (1); Rita Antochévis(1); Miguel A. Sattler(3)

- (1) Mestrados da área de Meio Ambiente – Departamento de Engenharia Civil – Escola de Engenharia – UFRGS – e-mail: andrengenha@yahoo.com.br
(2) Mestranda do Núcleo Orientado à Inovação da Edificação – Departamento de Engenharia Civil – Escola de Engenharia – UFRGS – e-mail: ingrid_bohadana@yahoo.com.br
(3) Professor do Núcleo Orientado à Inovação da Edificação – Departamento de Engenharia Civil – Escola de Engenharia – UFRGS – e-mail: sattler@ufrgs.br

RESUMO

Proposta: A AMUCAN – Associação Rede Mulher e Cidadania de Canela – é uma entidade civil, sem fins lucrativos, que tem a finalidade de resgatar e dar visibilidade aos Direitos Humanos das mulheres. A Associação possui um terreno no município de Canela, doado pela Associação Comunitária de Moradores do Bairro Canelinha, onde pretende construir sua sede. Em busca de um projeto de edificação mais sustentável, a AMUCAN entrou em contato com o NORIE, em junho de 2005, e a partir de então, um grupo de alunos, coordenados pelo professor Miguel Sattler, passou a desenvolver uma proposta para a sede. Este trabalho busca identificar as estratégias mais sustentáveis integradas ao projeto arquitetônico da sede da AMUCAN. **Método de pesquisa/ Abordagens:** No desenvolvimento do projeto, o conceito dos quatro elementos: ar, água, terra e fogo foi referência para o lançamento da proposta arquitetônica, visto que estes elementos enriquecem o projeto e demonstram relações harmônicas entre o homem e a natureza. Além disso, foram utilizadas estratégias referentes ao uso racional de água e de energia, gerenciamento de resíduos sólidos, da água de chuva e esgoto cloacal, conforto ambiental, materiais de construção de baixo impacto e paisagismo produtivo. **Resultados:** Apresenta-se um projeto de uma edificação que contempla os requisitos da Associação e requisitos de sustentabilidade econômica e ambiental. **Contribuições:** Uso de estratégias mais sustentáveis na concepção de projetos arquitetônicos.

Palavras-chave: edificações sustentáveis; estratégias sustentáveis.

ABSTRACT

Propose: AMUCAN –Woman’s Net and Citizenship of Canela Association – is a no-profit civil entity, that the purpose is to rescue and to give visibility to the Women’s Human Rights. The Association has a site place in Canela’s town, donated for the Communitarian Association of Inhabitants of the Canelinha Quarter, where it intends to build its headquarters. In search of a design for a more sustainable construction, AMUCAN contact NORIE, in June of 2005, and then, a team of students, co-ordinated for professor Miguel Sattler, started to develop a design proposal for the headquarters. This work searches to identify more sustainable strategies integrated to the architectural design of AMUCAN’s headquarters. **Methods:** In the development of the project, the concept of the four elements: air, water, earth and fire was reference for launching the architectural propose, since these elements enrich the project and demonstrate harmonic relations between the man and the nature. Moreover, it had been used referring strategies to the rational use of energy and water, management of solid wastes, rain water and the cloacal sewer, environmental comfort, low-impact construction

materials and productive landscape. **Findings:** It is presented a building design that contemplates the Association requirements and economic and environmental sustainable requirements. **Originality/Value:** Use of more sustainable strategies in the conception of architectural designs.

Key-words: sustainable buildings; sustainable strategies.

1. INTRODUÇÃO

A AMUCAN – Associação Rede Mulher e Cidadania de Canela – é uma entidade civil, sem fins lucrativos, que tem a finalidade de resgatar e dar visibilidade aos direitos humanos das mulheres, incorporando a perspectiva de gênero, e contribuir na busca de soluções para o grave problema da violência doméstica, sexual e outras formas, contra mulheres, adolescentes e crianças.

A AMUCAN integra a Rede Estadual de Justiça e Gênero, junto com outras treze organizações não governamentais feministas do estado do Rio Grande do Sul e os grupos de Promotoras Legais Populares (PLPs). Dentre as atividades desenvolvidas pela Associação, as principais são a articulação com instituições, entidades e pessoas, visando sensibilizar para a necessidade de modificar a cultura patriarcal e dar visibilidade aos problemas de violação dos direitos da mulher e o assessoramento a um grupo de mulheres na organização de uma associação comunitária de geração de renda.

Atualmente, a secretaria da AMUCAN funciona em uma sala cedida pelo Sindicato dos Metalúrgicos de Canela, onde são desenvolvidas atividades gerais, inclusive reuniões. O atendimento às mulheres vítimas de violência ocorre em uma sala junto a uma igreja em um bairro popular da cidade ou nos domicílios das vítimas pelas Promotoras Legais Populares.

A Associação possui um terreno de 390m² de área, na Rua Santa Catarina do bairro Canelinha, no município de Canela, doado pela Associação Comunitária dos Moradores do Bairro Canelinha, onde pretende construir o Centro de Informação e Formação da AMUCAN. Na busca por um projeto de uma edificação mais sustentável, a Associação entrou em contato com o NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e a partir de então, uma equipe de profissionais mestrando, coordenada pelo professor Miguel Sattler, elaborou uma proposta para o Centro.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é demonstrar estratégias de sustentabilidade aplicadas ao projeto arquitetônico da sede da AMUCAN.

3. METODOLOGIA

Inicialmente, o grupo de alunos do NORIE responsável pelo desenvolvimento do projeto reuniu-se com algumas representantes da AMUCAN para conhecer as reais necessidades da Associação e então começar a desenvolver a proposta para a nova sede.

Quanto ao projeto, o conceito dos quatro elementos da natureza: ar, água, terra e fogo foi referência para o lançamento da proposta arquitetônica para o Centro de Informação e Formação da AMUCAN. Estes elementos remetem a significados que enriquecem o projeto e demonstram relações harmônicas entre o homem e a natureza. As características básicas de cada elemento são: ar, a essência da vida; água, a fonte da vida; terra, a energia da vida; fogo, a base da vida.

Com base no conceito dos quatro elementos, foram utilizadas no projeto estratégias referentes ao uso racional de água e energia, gerenciamento de resíduos sólidos líquidos, conforto ambiental, materiais

de construção de baixo impacto e paisagismo produtivo.

Para atender a estes requisitos, soluções de ventilação e iluminação natural, captação de águas pluviais, tratamento local de efluentes, produção local de alimentos, tratamento local de resíduos orgânicos, entre outras estarão presentes no projeto.

No projeto, cada elemento traz um significado próprio. O elemento ar estará presente através da ventilação cruzada na edificação. O elemento água estará presente através da coleta de águas pluviais, reuso e racionalização. O elemento terra estará presente através do paisagismo produtivo e da compostagem de resíduos orgânicos. O elemento fogo estará presente através da insolação e da iluminação natural.

4. RESULTADOS

Apresenta-se aqui um projeto que contempla não só os requisitos da Associação, mas também requisitos de sustentabilidade econômica e ambiental.

Segundo as representantes da AMUCAN, o espaço deverá abrigar a sede da Associação e das PLPs e o Serviço de Informação à Mulher (SIM). Ressalta-se a importância da presença de um banheiro com chuveiro, pois na entrevista com as coordenadoras da AMUCAN foi constatado que muitas mulheres e crianças chegam à Associação sem condições de serem atendidas, fazendo-se necessário um banho antes do atendimento. Além disso, o centro deverá contar com estrutura para a realização de eventos para arrecadação de recursos (tais como almoços, jantares e churrascos), confraternizações e para a realização de oficinas de capacitação para geração de renda.

O terreno pertencente à Associação possui 390m² de área total, índice de ocupação de 40% e índice de aproveitamento de 1,2. Devido às características do terreno e às necessidades da Associação, optou-se por um partido em dois pavimentos. No pavimento térreo se localizarão os ambientes relacionados à estrutura para a realização de eventos e no pavimento superior, os ambientes relacionados a atividades de administração e atendimento, bem como a sala para oficinas. Esta última será localizada no segundo pavimento por motivo de espaço, porém destaca-se que quando houver portadores de necessidades especiais no público das oficinas, estas deverão ser realizadas no salão de uso múltiplo.

A figura 1 mostra a planta baixa do pavimento térreo. Neste Pavimento haverá um pequeno hall de entrada, uma recepção com abertura voltada para leste, um salão de uso múltiplo com aberturas voltadas para norte e leste, uma cozinha voltada para norte, uma pequena área de serviço, uma despensa, um pátio de serviço e sanitários.

No pátio dos fundos haverá uma churrasqueira, mesas para aumentar a capacidade do centro, uma composteira para o tratamento de resíduos orgânicos, uma caixa de areia para crianças, um banco balanço para duas pessoas, uma espiral de ervas e árvores frutíferas visando a produção local de alimentos. No pátio da frente haverá uma área pavimentada, um caminho de entrada e um jardim com plantas que auxiliam o tratamento dos efluentes.

A figura 2 mostra a planta baixa do pavimento superior. Nele se localizam a secretaria da AMUCAN, uma sala de reuniões, uma sala para a realização de oficinas, a sala de atendimento e o banheiro com chuveiro. Além desses ambientes, haverá uma área de circulação com bancos, que poderá funcionar também como sala de espera, e um terraço voltado para norte e leste, onde haverá uma cisterna para captação de águas pluviais (ver figura 3), canteiros suspensos para o cultivo de verduras e hortaliças e bancos. A sala de oficinas, a secretaria da AMUCAN e a área de circulação terão vista para o terraço. A secretaria da AMUCAN, por ser o ambiente de maior permanência, é o mais privilegiado com relação à ventilação e à insolação. Do mesmo modo, a sala de reuniões, por ser o ambiente de menor permanência, é o único a ter abertura do lado sul da edificação, que dará acesso a uma pequena floreira, onde serão cultivadas heras, que cairão sobre a fachada principal (ver figura 4).



Figura 1 Planta Baixa do Pavimento Térreo.



Figura 2 Planta Baixa do Pavimento Superior.



Figura 3 Corte Transversal.



Figura 4 Representação da fachada da edificação.

4.1 Estratégias relativas ao Conforto Ambiental

O espaço arquitetônico age como uma interface entre o ser humano e os rigores do clima. À arquitetura cabe, então, amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, bem como proporcionar ambientes que sejam no mínimo tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos (Frota et al., 2001).

A adequação da arquitetura ao clima apresenta laços estreitos com a racionalização de energia, pois os controles térmicos naturais reduzem o excesso de frio ou de calor no interior dos ambientes, reduzindo ou evitando sistemas artificiais de condicionamento.

O município de Canela apresenta clima frio no inverno, com temperaturas eventuais abaixo de zero, clima ameno no verão e grande umidade durante todo o ano. Assim, o projeto teve como preocupação central maximizar a ação do sol, orientando suas aberturas para o norte. Além disso, utilizou-se materiais de maior inércia e isolamento térmico, proporcionando, mesmo nos ambientes maiores, um bom nível de conforto.

As aberturas foram posicionadas no projeto de forma a garantir a entrada de sol no inverno e a ventilação cruzada no verão. Propõe-se o uso de proteções solares internas (cortinas) de cor clara para amenizar o ganho solar no verão.

Segundo Frota et al (2001), a ventilação proporciona a renovação do ar do ambiente, sendo de grande importância para a higiene em geral e para o conforto térmico de verão. Assim, nesse período do ano, haverá ventilação cruzada na edificação, devido ao posicionamento das aberturas no projeto.

Considerou-se também o conforto lumínico, com a utilização preferencial de iluminação natural. O salão de uso múltiplo foi projetado para possuir iluminação natural lateral e zenital, dispensando os sistemas de iluminação artificial durante o dia. É importante destacar que a manutenção desse sistema de iluminação zenital será favorecida devido à sua localização no terraço, que facilitará a limpeza de sua superfície transparente.

4.2 Estratégias para a escolha dos Materiais de Construção

Sattler et al (2003) apontam algumas diretrizes gerais para a escolha dos materiais de construção em edificações que buscam a sustentabilidade: preferência por materiais de construção disponíveis no local onde a edificação será construída; uso de técnicas construtivas que empreguem mão-de-obra local e materiais com baixo nível de industrialização (tijolos cerâmicos, madeira, palha, etc); busca de materiais locais que exijam o mínimo possível de manutenção e reposição e que sejam duráveis; não uso de materiais tóxicos para a conservação da edificação e pouco ou nenhum uso de produtos cimentícios e derivados de recursos fósseis, tais como plásticos em geral.

Seguindo essas diretrizes, o emprego de materiais de construção no projeto do Centro é dado, em geral, da seguinte maneira:

- **cerâmica**- por ser considerada um material de baixo impacto ambiental, é o principal material utilizado no projeto (tijolos, telhas, pisos);
- **madeira**- utilizada como material secundário, conforme sugere Alexander (1977), empregada principalmente nas estruturas de cobertura e nas esquadrias, ressaltando que é necessário tratá-la de uma forma alternativa, com produtos menos tóxicos que não agredam o ser humano nem o meio ambiente;
- **concreto**- uso racionalizado, limitando-se a algumas estruturas;
- **cimento amianto**- não será utilizado;
- **PVC**- emprego reduzido às tubulações hidráulicas e às calhas;
- **vidros**- utilizados em situações em que não prejudiquem o conforto térmico do ambiente.

Com vistas a construção voltada à sustentabilidade, à própria natureza filantrópica da entidade e os poucos recursos disponíveis, o projeto aponta a utilização de materiais de reuso. O reaproveitamento de materiais diminui o impacto ao ambiente e possibilita maior participação da indústria da construção civil em termos de doações. A seguir, detalha-se os materiais de construção propostos, separando-os em três grupos: estrutura, revestimento e acabamento.

4.2.1 Estrutura

As paredes serão executadas conforme legislação local, com 25 cm de espessura quando externas e 15 cm quando internas, o tijolo utilizado deverá ser maciço para serem portantes e propiciarem maior inércia térmica. Aqui se aponta a adoção de tijolos usados que poderiam ser doados pela indústria da construção civil, sem pinturas, apenas selante para não haver infiltrações e proteger a integridade do material.

As janelas poderão ser de origem idêntica aos tijolos, raspadas e lixadas mantendo sua cor natural e aplicando-se selador e cera de abelhas para protegê-las das intempéries e umidade.

As paredes portantes serão encimadas com cinta de concreto. Os pilares serão de concreto apenas onde não houver paredes suficientes para as solicitações correspondentes. Para os telhados, sugere-se estrutura em postes de eucalipto, mais leve e barato na sua aquisição e execução, sendo material de reuso de larga utilização na construção civil. Pelo porte da obra, sugere-se fundação direta rasa em pedras basálticas ou grês, conforme a disponibilidade na região, com impermeabilização, para evitar infiltrações do solo úmido, e encimada com cinta de concreto.

4.2.2 Revestimento

Os banheiros, a cozinha e a área de serviço deverão ser revestidos com porcelanas brancas, mais utilizadas no mercado e de menor custo. Os azulejos deverão ser executados até a altura de 1,80 metros, sendo o restante da altura até o teto rebocado e pintado. As demais paredes, tanto internamente como externamente serão à vista com tratamento incolor e sem brilho que deve ser aplicado na parede seca e limpa.

O telhado poderá ser executado em madeira de construção (suja de cimento) que é inerte a pragas, com telhas de barro comum. Internamente sugere-se forro junto ao telhado de lambri de pinus com o mesmo tratamento das janelas. Nas lajes entre pisos sugere-se não haver pintura, nem nas estruturas, permanecendo a cor natural do concreto.

Nos pátios prevalecerá grama, plantas e pavimento apenas nos caminhos de acesso, visando maior permeabilidade para as águas de chuvas e melhor conforto térmico. De acordo com Rivero (1986), estudos comprovam que uma superfície revestida com grama, exposta ao sol, apresenta temperaturas inferiores àquelas apresentadas por superfícies pavimentadas (como um passeio revestido com pedra) à sombra.

4.2.3 Acabamento

O ambiente rústico e aconchegante com paredes de tijolos à vista e a utilização de madeira na estrutura, aberturas e forros dará um visual elegante para a entidade e destaque no bairro. A entrada protegida das intempéries deverá ter um marco executado em toras de dormente em forma de duplo “T” (TT) onde logo acima poderá estar o nome da entidade. No frontão de 4 metros de altura poderá ser executada decoração com garrafas coloridas embutidas na parede que trará iluminação difusa e prismática para o interior.

As juntas de argamassa ficarão aparentes e deverão ser limpas durante sua execução para garantir harmonia de conjunto, devendo também contar com aditivo especial para este fim. Os tacos de madeira dos pisos poderão formar um mosaico com madeiras de diferentes tipos dispostas aleatoriamente, formando desenhos. Os balcões da cozinha, bem como as mesas, podem ser feitos com madeira reaproveitada, juntadas, aplainadas e tratadas com cera de abelha derretida com querosene.

Quanto às instalações elétricas, todas deverão ser expostas e fora das paredes, lajes e vigas visando a economia e a manutenção do sistema.

4.3 Estratégias para o tratamento paisagístico

No projeto para a sede da AMUCAN, optou-se pelo paisagismo produtivo, inserindo novas funções ao jardim. Foram projetados: pomar, horta, espiral de ervas e temperos, um jardim com plantas que

auxiliam no tratamento final dos efluentes, e alguns canteiros com espécies ornamentais adequadas para o clima da região.

O pomar ficará localizado no pátio dos fundos e contará com as seguintes frutíferas: tangerineira, laranjeira, nespereira, pitangueira, quivizeiro e videira. Devido à restrição de espaço, optou-se pela espiral de ervas e temperos próxima à cozinha e pela localização da horta no terraço. Conforme sugere Lyle (1994), a produção de alimentos na cobertura é uma forma de agregar funções que normalmente estão isoladas. No projeto da sede da AMUCAN, a cobertura terá múltiplas funções: abrigo, captação e armazenamento de água, produção de hortaliças e espaço de estar. O plantio dos vegetais pode ser feito em canteiros suspensos de madeira, de forma semelhante ao Centro de Estudos Regenerativos localizado na Califórnia (Lyle, 1994).

No pátio da frente haverá o jardim com plantas ornamentais que auxiliam o tratamento final dos efluentes, com espécies ornamentais adaptadas a locais muito úmidos, como copo-de-leite, fórmio, íris amarelo e junco. Outras espécies ornamentais foram utilizadas no projeto, em canteiros laterais: azaléia, falsa-érica, piléia, maria-sem-vergonha, onze-horas e suculentas.

4.4 Estratégias para o gerenciamento de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos constituem problemas sanitário, ambiental, econômico e estético (AMBIENTEBRASIL, 2006). No projeto proposto objetiva-se uma gestão adequada de todos os resíduos sólidos, inclusive os que aparecerão durante o período de construção. Deste modo, o impacto ambiental causado pela edificação será minimizado e o prédio servirá como ferramenta de conscientização ambiental dos seus freqüentadores.

Os resíduos sólidos encontráveis na edificação serão os seguintes: resíduos de construção, lixo seco e lixo orgânico. Para cada tipo de resíduo serão adotadas estratégias distintas.

4.4.1 Resíduos da Construção

São conhecidos como entulho ou caliça, composto por restos de argamassa, pedaços de tijolos, madeira, embalagens, latas de tinta e outros. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 307/2002, considera que os geradores dos resíduos de construção devem ser responsáveis pelos resíduos que geram, para que os mesmos não sejam dispostos inadequadamente no meio ambiente.

De acordo com Pinto (1999), no caso de construção de prédios, 30% do material que entra no canteiro de obras retorna na forma de entulho. Durante o período de construção os resíduos gerados deverão ser separados de acordo com suas características físicas, de modo que fique facilitado o seu reaproveitamento dentro da obra.

Os restos de argamassa e de tijolos, com granulometria fina, podem ser utilizados como aterro na obra e base para pisos. Os pedaços de tijolos, com granulometria maior, deverão ser utilizados na construção do sistema de tratamento de esgoto que será apresentado no item 4.5.2.

4.4.2 Lixo Seco

São resíduos inorgânicos, que aparecerão durante a utilização do prédio, como plásticos, papéis, metais e vidros.

O lixo seco, ou reciclável, deverá ser separado durante a utilização do prédio, desta forma os freqüentadores da AMUCAN poderão estabelecer uma política de geração de trabalho e renda na entidade, com ou sem a participação da administração municipal. A entidade poderá organizar atividades de artesanato com os resíduos separados e ainda motivar a comunidade a separar o seu próprio lixo.

Desta forma, a AMUCAN poderá fazer a sua parte para a proteção do meio ambiente e ainda proporcionar a geração de renda para a comunidade da região.

4.4.3 Lixo Orgânico

Surgirá durante a utilização do prédio, composto principalmente por restos de comida, erva mate, resíduos de poda e jardinagem. Estes resíduos deverão ser compostados, em uma composteira localizada no pátio dos fundos. A composteira possuirá uma divisão, separando-a em dois compartimentos: um para a adição de novos resíduos e outro para aqueles que já estiverem em processo de decomposição.

Em cerca de quatro meses, o composto poderá ser retirado do primeiro compartimento utilizado, e será uma excelente matéria-prima para ser utilizada na melhoria da qualidade do solo, fornecendo nutrientes às plantas.

Para um bom funcionamento da composteira, deve-se observar uma proporção constante entre os “resíduos verdes” (cascas de frutas, restos de hortaliças, borra de café, etc) e os “resíduos marrons” (serragens, folhas, podas, aparas de grama, etc); revirar os resíduos pelo menos uma vez por semana; controlar a umidade do resíduo, regando-o quando estiver seco ou adicionando folhas secas e serragem quando estiver úmido demais; e manter a composteira coberta para proteger os resíduos da ação do sol, do vento e da chuva, impedindo a lavagem dos elementos nutritivos que estão no composto.

4.5 Estratégias para o sistema hidro-sanitário

A água é o elemento essencial na estrutura de todos ecossistemas (LYLE, 1994), uma vez que todos os organismos vivos dela necessitam (SATTTLER, 2003). No entanto, esse recurso tem se tornado cada vez mais escasso (MAY & PRADO, 2004). Além de o volume de água doce disponível no planeta Terra ser limitado, a atividade humana ainda interfere no ciclo hidrológico, seja pela sua alteração, seja pela poluição das águas (ERCOLE, 2003).

No projeto em questão, propõe-se uma racionalização e um gerenciamento eficaz no uso e consumo da água, através da captação de águas pluviais e do uso de produtos que economizem água, como por exemplo, bacias sanitárias econômicas que consomem apenas seis litros de água por descarga. Além disso, o projeto prevê um sistema de tratamento de esgoto que utiliza microorganismos e plantas aquáticas.

Para os frequentadores e visitantes da sede da AMUCAN, o prédio auxiliará na educação ambiental da comunidade, que pelo exemplo, poderá também gerenciar os recursos hídricos de suas casas.

4.5.1 Captação de águas pluviais

Segundo Petry e Boeriu (2000) apud May e Prado (2004), nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos. Segundo May e Prado (2004), existem dois fatores positivos no uso de água da chuva em áreas urbanas: redução do consumo de água potável e melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana.

Neste projeto, parte da água que precipita sobre o telhado será conduzida a um reservatório (cisterna) localizado na cobertura, ao nível do piso superior, que pode ser visto na figura 3. A cisterna será ligada a torneiras do pátio, desta forma a água coletada será utilizada no jardim e horta. O reservatório terá um extravazador localizado, a 10 centímetros abaixo da borda do reservatório. Desta forma, quando o seu nível máximo for atingido, a chuva sobressalente será conduzida ao sistema de drenagem urbana.

4.5.2 Sistema de tratamento de esgoto

O sistema de tratamento de esgoto deste projeto objetivou o tratamento adequado das águas cinzas e negras. Com isso, os efluentes líquidos gerados no prédio serão tratados dentro do próprio lote, não necessitando a utilização da rede de coleta de esgoto municipal. Consideram-se **águas cinzas** aquelas oriundas das pias, chuveiro e lavanderia, que apresentam sabões, xampus, detergentes, sólidos em suspensão, gorduras e óleos. Por outro lado, as águas provenientes dos vasos sanitários, que apresentam contaminação de origem orgânica são consideradas **águas negras**.

Os diferentes níveis de contaminação dessas águas permitem um sistema de separação das mesmas, com tratamento específico para cada uma (ERCOLE, 2003), tendo como vantagens a eficiência, a economia, o uso de materiais comuns, a construção simples e a fácil manutenção.

Na figura 5 a seguir, pode-se ver uma representação da separação das águas cinzas e negras do sistema de tratamento de esgoto, proposto neste trabalho.

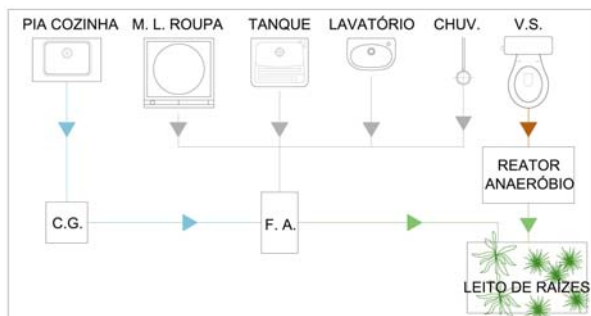


Figura 5 – Separação das águas cinzas e negras.

Como se pode ver na figura 5, as águas cinzas da pia da cozinha passam por uma caixa de gordura tradicional e são conduzidas ao filtro anaeróbico. As demais águas cinzas, provenientes da máquina de lavar roupa, do tanque, do lavatório e do chuveiro são conduzidas diretamente ao filtro anaeróbico. De acordo com Ercole (2003), as águas cinzas apresentam níveis de contaminação bem menores que das águas negras, justificando plenamente que sejam separadas e submetidas a tratamentos diferenciados.

O filtro anaeróbico consiste em um reservatório com paredes de alvenaria, fundo e tampa de concreto. O reservatório é preenchido com material granular, sendo que neste caso será usado entulho da construção. As águas cinzas (afluente) entram por um tubo de PVC de 150 mm, sendo conduzidas até o fundo do filtro e saindo (efluente) por um tubo de 50 mm no outro extremo. Desta forma os resíduos líquidos a serem tratados passarão pelos vazios do entulho de forma ascendente, criando um ecossistema de bactérias anaeróbias, que farão efetivamente o tratamento. Os detalhes da caixa de gordura e do filtro anaeróbico podem ser vistos na figura 6.

As águas negras, proveniente do vaso sanitário serão conduzidas ao reator anaeróbico composto por reservatório com dois compartimentos. O primeiro compartimento é o decantador, onde o esgoto entra e se deposita, formando lodo no fundo. Um tubo de PVC conduz o efluente ao segundo compartimento, com dimensões inferiores ao primeiro e preenchido com entulho. O resíduo passa pelo material granular de forma descendente e sai por outro tubo de PVC.

Segundo Ercole (2003), essas unidades não são vistas como simples tanques, atualmente são estudadas como reatores, em que ocorrem transformações complexas, com a participação de organismos vivos. Ainda na figura 6, pode-se ver o detalhe o reator anaeróbico proposto para ser instalado na sede da AMUCAN.

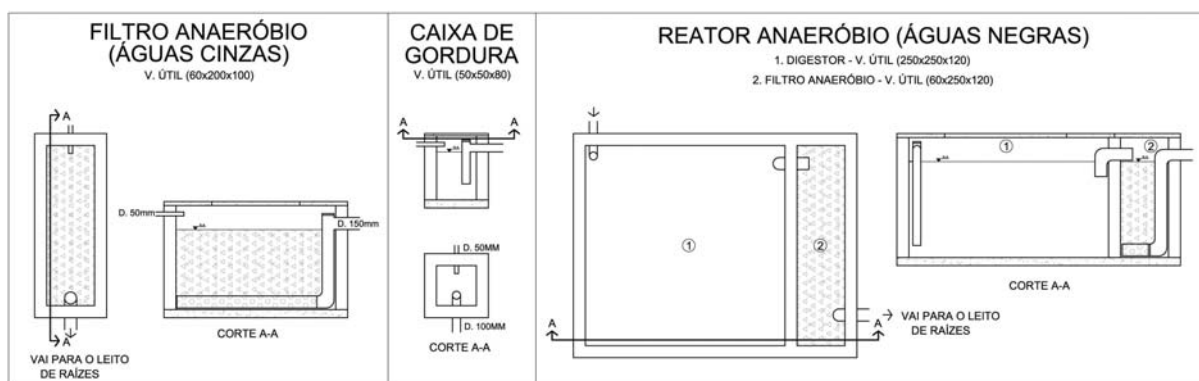


Figura 6 – Detalhes da caixa de gordura, do filtro anaeróbico e do reator anaeróbico.

Os efluentes do filtro anaeróbio e do reator anaeróbio são conduzidos ao leito de raízes, que é a fase final do tratamento do esgoto. O leito de raízes é constituído por uma cava de pouca profundidade e forma retangular impermeabilizada com uma geomembrana. Acima da camada de impermeabilização é feita uma camada de entulho, a seguir é colocado geotêxtil filtrante e, por fim, uma camada de solo do próprio terreno.

Na camada de solo é colocada vegetação adaptada a terrenos úmidos, podendo ser inclusive plantas aquáticas enraizadas, como *juncos sp* e *tipha sp*. O resíduo vai entrar por uma das extremidades e passar por entre o entulho e pelo solo. Estas camadas vão formar colônias de bactérias, que junto com as raízes das plantas vão dar o tratamento final do esgoto. As plantas vão absorver os nutrientes (N e P) e, a partir da evapotranspiração, eliminar a parcela líquida do esgoto. A figura 7, a seguir, detalha o leito de raízes proposto neste trabalho. Eventualmente nem toda a parcela líquida vai evaporar, no caso de haver excedente, este será conduzido ao sistema de tratamento de esgoto municipal.

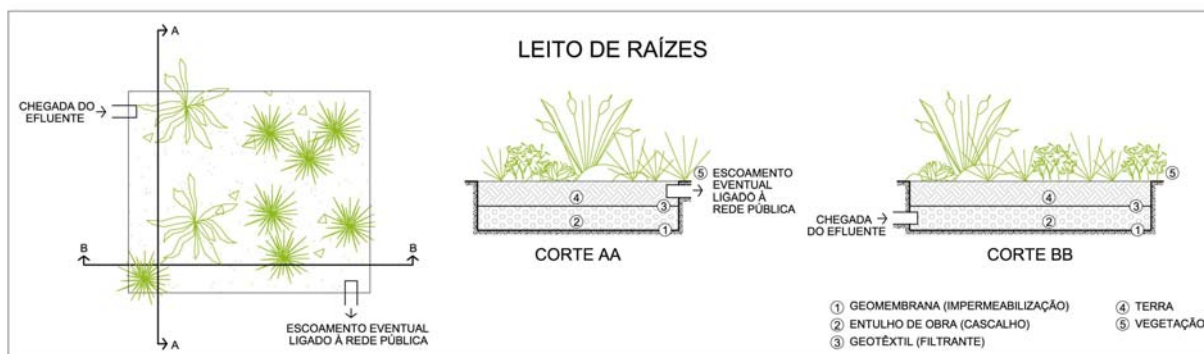


Figura 7 – Detalhes do leito de raízes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. et al. **A Pattern Language: towns, building, construction**. Oxford University Press, 1977.
- AMBIENTEBRASIL. Resíduos Sólidos. Disponível em: <www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 18 de março de 2006.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece Diretrizes, Critérios e Procedimentos sobre a Gestão Adequada de Resíduos da Construção Civil. Resolução nº 307, 2002. disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 18 de março de 2006.
- ERCOLE, L. A. S. **Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos**. 2003. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- FROTTA, A. B. ; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. – 5. ed. – São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- LYLE, J. T. **Regenerative design for sustainable development**. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo 1999. 189 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil.
- RIVERO, R. **Arquitetura e clima**. Porto Alegre: D.C. Luzzato, 1986.
- SATTLER, M. A. et al. Estratégias Sustentáveis para o Refúgio Biológico Bela Vista. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ANTAC, 2003.