



**ENTAC2006**

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

## **SER APTO – PROJETO DE CONDOMÍNIO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL EM “BROWNFIELD” REVITALIZADO**

**Carlos Roberto Faria, Edson Takayuki Tani, Isabel Cabral, Juçara Ferrari, Katia Rodrigues de Almeida, Luiz Marcos Cintra, Marcelo Alarsa, Marcia Mikai Junqueira de Oliveira, Rafael Lazzarini, Ricardo Gaboni, Sibylle Muller**

Rua Breves 933 Chácara Monte Alegre, CEP 04645-002 São Paulo, S.P. Brasil  
[pentagramaprojetos@terra.com.br](mailto:pentagramaprojetos@terra.com.br) [marcelo@geointegra.com.br](mailto:marcelo@geointegra.com.br)

### **RESUMO**

**Proposta:** O presente trabalho consiste no projeto de um conjunto habitacional de interesse social sustentável em “*brownfield*” no município de Santo André – São Paulo. Contempla a revitalização da área degradada e propõe operações sustentáveis no empreendimento, que podem gerar recursos para a remediação ambiental do subsolo e minimização dos custos de operação do condomínio. O Brasil possui atualmente um déficit qualitativo de 13 milhões de habitações para população de baixa renda. Na Grande São Paulo percebe-se uma crescente expansão da mancha urbana condicionando assentamentos irregulares em áreas sensíveis como mananciais de abastecimento de água. **Abordagens:** A partir do diagnóstico ambiental foram propostas tecnologias de remediação que possibilitam a ocupação segura da área anteriormente ocupada por uma indústria bélica, localizada numa área urbana com infra-estrutura consolidada. O programa de projeto levou em conta o essencial para a dignidade humana, ao invés do mínimo custo e máximo adensamento usuais em habitação de interesse social. Foram empregadas análises e simulações de insolação e ventilação natural, acessibilidade, especificação de tecnologias e materiais de baixo impacto ambiental. **Resultados:** Para a operação foram propostos tratamento e reuso de águas servidas, captação de águas pluviais, reciclagem de resíduos e aquecimento de água através de energia solar. **Contribuições:** Concepção de abordagem sistêmica de implantação e operação, como solução sustentável para empreendimentos em centros urbanos

Palavras-chave: habitação de interesse social, construção sustentável, revitalização urbana, remediação de áreas contaminadas

### **ABSTRACT**

**Propose:** This work proposes the creation of a sustainable low-income housing on a Brownfield site in the city of Santo Andre - São Paulo, Brazil. It includes environmental revitalization of the degraded area, proposes environmental operation and use of generated resources in its subsoil remedy and after reducing costs on condominium operations. Brazil currently possesses a qualitative deficit of 13 million habitations for low-income population. In the Great São Paulo we perceive an increasing expansion of the urban site conditioning irregular settlements in sensitive areas as sources of water supply. **Methods:** Based on the environmental diagnosis, remedy technologies have been proposed to guarantee a safe occupation of the area, previously occupied by an armament plant, located in an urban area with consolidated infrastructure. The project program took in account the essentials of the dignity human beings, instead of the usual minimum cost and maximum occupancy applied to social housing. For the definition of the project it was employed analyses and simulation of natural lighting and solar thermal control, natural ventilation, accessibility, specification of technologies and materials with the least environmental impact. **Findings:** For the operation it was proposed treatment and reuse of storm and grey waters, recycling of residues and

water heating by solar energy. **Value:** Conception of systemic approach of implantation and operation as a sustainable solution in great urban centers, having this model the reproducibility as a marked characteristic for transferability to great metropolises.

Keywords: social housing, sustainable construction, urban revitalization, Brownfield remediation

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Novos Paradigmas

Kerala, um estado situado a sudoeste da Índia, tem sido objeto de estudos internacionais, pois apresenta indicadores de qualidade de vida que chegam a ser superiores aos apresentados por países em desenvolvimento. Um aspecto importante desse caso é a capacidade de participação da população nas instâncias deliberativas governamentais (EVANS, 2003). Outro aspecto muito importante é a possibilidade de se alcançar máximos resultados com poucos recursos, priorizando valores definidos como essenciais à comunidade. Detectar essa experiência é um exercício muito pertinente quando se discute aumento populacional no planeta e escassez de recursos.

Para a elaboração do projeto SER APTO foi proposto resgatar o essencial à dignidade humana, priorizando espaços comunitários, em contrapartida ao usual mínimo custo com máximo adensamento praticados nos programas habitacionais vigentes destinados à habitação de interesse social. Foram utilizadas como referência as conquistas realizadas no âmbito dos movimentos de moradia, reivindicações de comunidades locais e diretrizes do Plano Diretor da Prefeitura do Município de Santo André. A área se enquadra como uma Zona Especial de Interesse Social C (ZEIS C), sendo caracterizado por terrenos não edificadas e imóveis sub-utilizados para Habitações de Interesse Social (HIS) e Habitações de Mercado Popular (HMP).

A equipe de projeto, composta de onze profissionais multidisciplinares, foi inspirada em novos paradigmas organizacionais baseados no diálogo (BOHM, 1989), investigação apreciativa [COOPERRIDER, SRIVASTVA (1987)], auto-gerenciamento (JANTSCH, 1980) e aprendizagem compartilhada (SENGE, 1990). O resultado aqui exposto contempla esse processo, que teve como propósito desenvolver um estudo de caso para apresentação no concurso promovido pela *Holcim Foundation* em 2005, que pudesse servir de referência às questões da sustentabilidade na construção civil e no desenvolvimento urbano das cidades.

### 1.2 Expansão Urbana e os *Brownfields*

A região do projeto foi um dos focos do processo de industrialização a partir da década de 1940 e enfrenta hoje o “descomissionamento” de indústrias, tendo como seqüelas os passivos ambientais.

Esses passivos acabam gerando áreas abandonadas em plenos centros urbanos com infraestrutura disponíveis, os chamados “*brownfields*”, enquanto assistimos a expansão da mancha urbana com favelização das periferias que atingem áreas sensíveis como nossos mananciais de abastecimento de água (MIRANDA, 2002).

Projetos de revitalização de áreas degradadas que contemplam a remediação do solo, através de remoção do foco de resíduos, bombeamento e tratamento de águas subterrâneas contaminadas, constituem soluções viáveis tecnologicamente e possibilitam a ocupação humana dessas áreas com segurança.

## 2. OBJETIVO DO TRABALHO

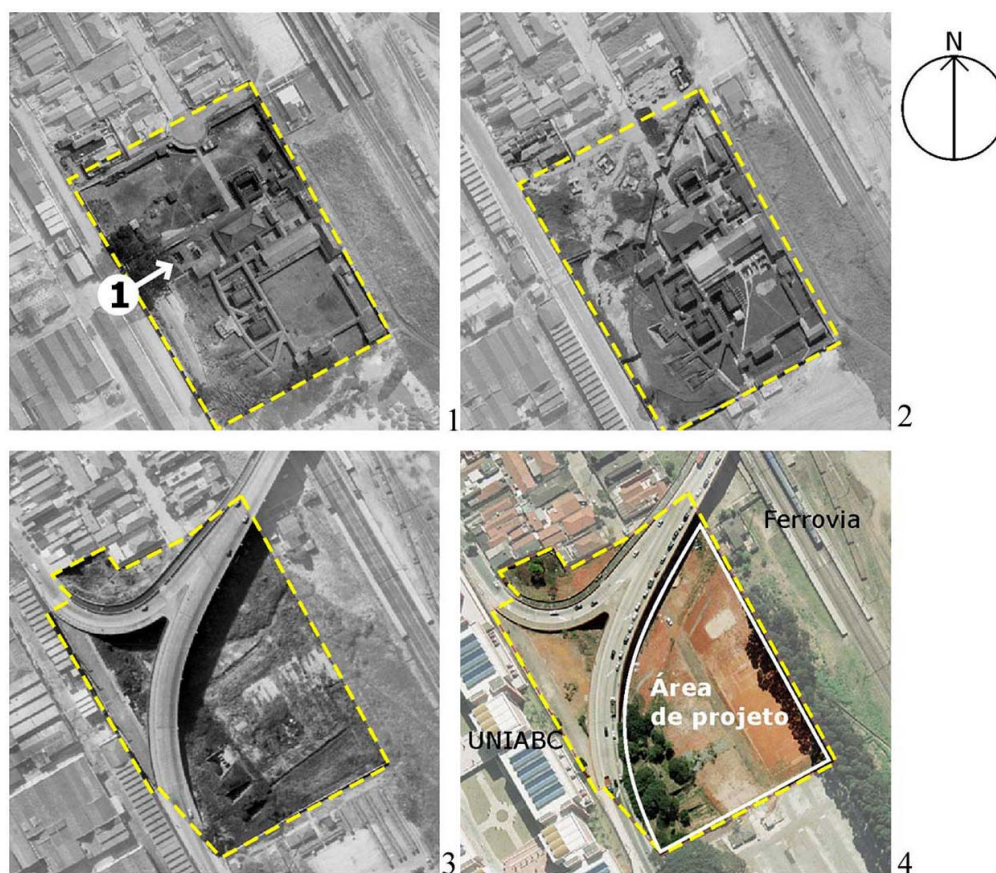
O objetivo do trabalho é demonstrar a aplicação de diretrizes e metodologias em projetos de empreendimentos urbanos como ferramentas para empreendedores e gestores públicos, através de especificações de materiais, tecnologias e operações sustentáveis, buscando minimizar os impactos comumente gerados nas obras convencionais.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1.Caracterização e Remediação Ambiental

O levantamento foi feito para identificar, de forma preliminar, a presença de alterações de qualidade do solo e água subterrânea com relevância ambiental, podendo condicionar um passivo ambiental pela atividade pretérita desenvolvida no local e adjacências.

Os levantamentos realizados para essa caracterização foram: evolução histórica da ocupação das últimas quatro décadas através de análise ortofotos da área e arredores (Figuras 1 a 4); determinação do potencial hidrogênio e condutividade elétrica da porção superficial do solo; gases do solo (*soil gas survey*); mapeamento geofísico pelos métodos GPR (*ground penetration radar*) e ER (eletrorresistividade); amostragem de solo e água subterrânea em locais específicos do terreno.



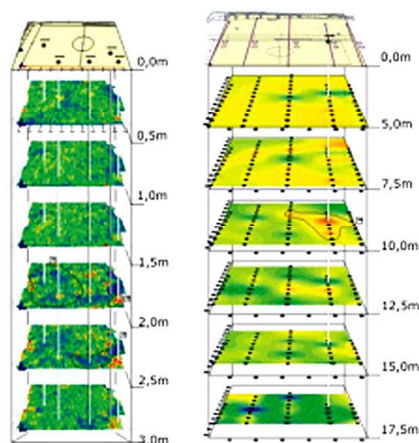
**Figura 1 - 1968:** nos anos 60 a indústria de armamentos foi implantada na área. Foi possível identificar as unidades potencialmente poluidoras como a unidade de tratamento de efluentes [1].

**Figura 2 - 1977:** após 1975, parte da área foi desapropriada para a construção do viaduto Vergueiro.

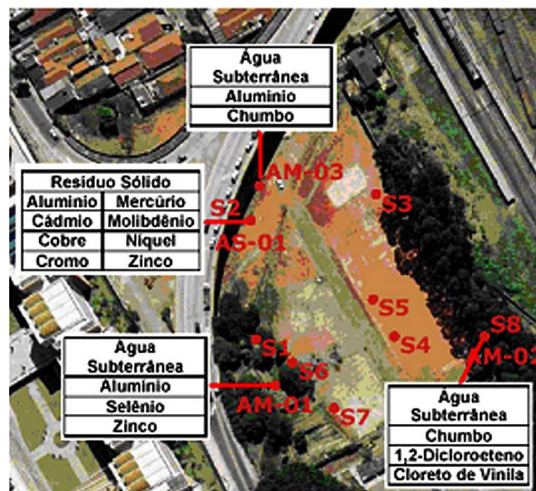
**Figura 3 - 1986: o descomissionamento total da área efetivou-se em 1983.**

**Figura 4 - 2003: nos últimos 20 anos apenas algumas edificações industriais mudaram seus usos para atividades comerciais e educacionais.**

Os resultados obtidos dos levantamentos realizados indicaram alterações de qualidade de solo e águas subterrâneas (Figura 5 e 6).

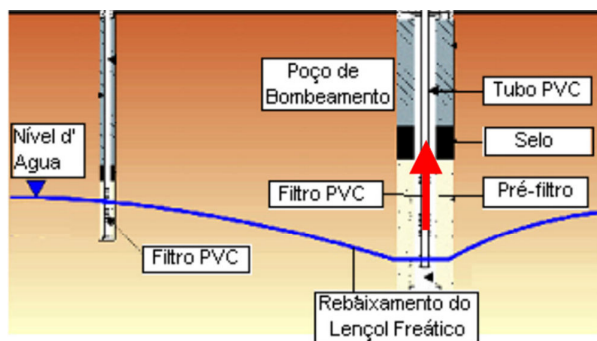


**Figura 5 – Seção Método GPR e Seção Método ER**

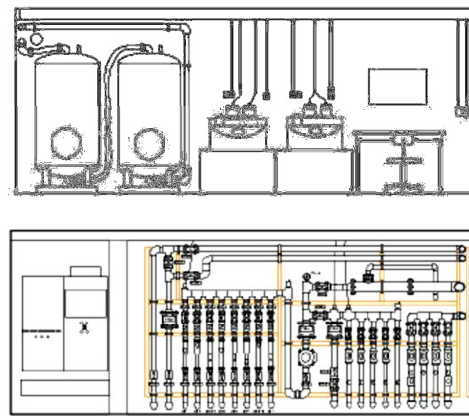


**Figura 6 – Metais e Compostos Orgânicos que excedem padrões de Intervenção CETESB e Lista Holandesa**

Foram propostas ações de remediação ambiental através de remoção de resíduos enterrados e bombeamento e tratamento das águas subterrâneas para a readequação do uso do solo da área sem restrições de ocupação (Figuras 7 e 8). Essas medidas podem ser implementadas concomitantes à construção do empreendimento, sem oferecer riscos potenciais a saúde dos trabalhadores e futuros moradores.



**Figura 7 – Poço de bombeamento de água**



**Figura 8 – Diagrama da unidade de tratamento de água**

### 3.2. Partido do Projeto

Foi definido o partido de verticalização para criar mais áreas permeáveis e de lazer e viabilizar o uso de elevadores para garantir a acessibilidade em todos os andares (Figura 9). Os preceitos de desenho

universal foram utilizados na concepção de todos os espaços internos e externos para garantir a acessibilidade de pessoas com mobilidade física reduzida em todos os espaços.



**Figura 9 - Maquete Eletrônica vista geral do empreendimento**

A área do terreno destinada ao empreendimento é de 10.000 m<sup>2</sup>. O projeto totaliza 186 unidades habitacionais em área construída de 15.500 m<sup>2</sup>, e possui área comum de 5.500 m<sup>2</sup> (Figura 10). A área existente sob o viaduto foi destinada à implantação de equipamentos destinados à população do conjunto e à comunidade adjacente.



#### LEGENDA

1. 3 blocos de 12 pavimentos
2. 4 blocos de 9 pavimentos
3. 3 blocos de 7 pavimentos
4. Estacionamento
5. Praça central
6. Equipamentos de recreação
7. Quadra Poliesportiva
8. Via de pedestres
9. Guarita
10. Espelho d'água
11. Bosque / pomar
12. Caixa d'água
13. Usina de transbordo Água de reuso
14. Usina de transbordo resíduos
15. Centro Comunitário
16. Centro da Juventude
17. Anfiteatro ao ar livre
18. Horta
19. Caixa d'água
20. Ferrovia
21. Estação Ferroviária
22. UniABC (universidade)
23. Viaduto
24. Composteiras
25. Caixas d'água pluviais

**Figura 10 – Implantação**

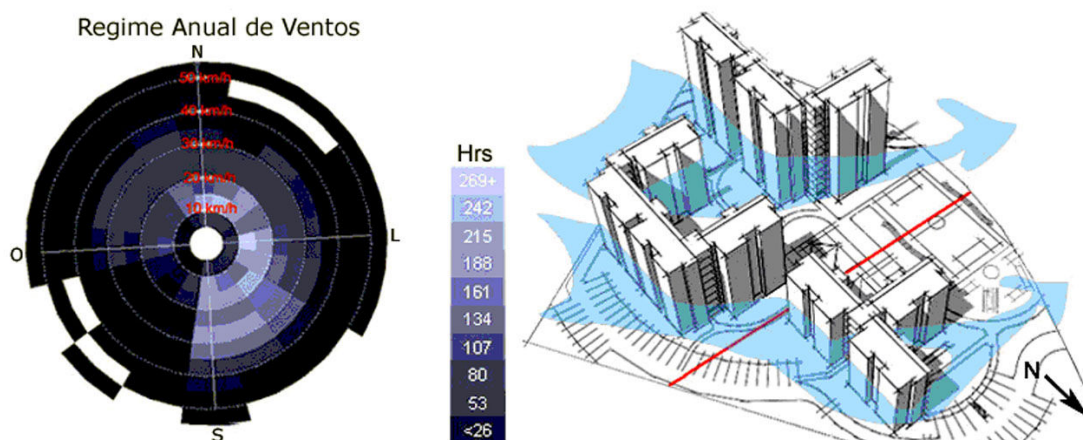
Foram estabelecidos parâmetros para a definição de memorial descritivo de materiais e tecnologias, além do custo-benefício, tais como: análise comparativa de produtos, análise do ciclo de vida, performance em

eficiência energética, economia de recursos naturais e avaliação do comportamento de fabricantes dentro do contexto da sustentabilidade.

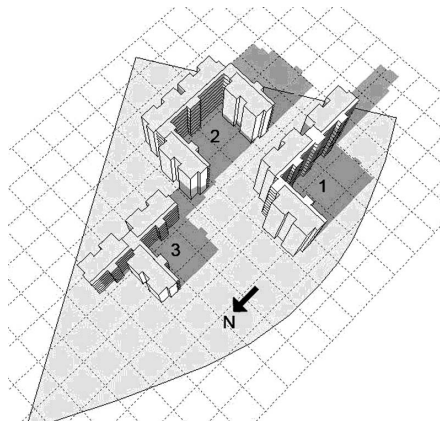
Foi previsto um projeto de gerenciamento de resíduos, envolvendo a caracterização dos resíduos, descrição das condições para triagem e acondicionamento, além da prévia designação dos transportadores e destinatários qualificados para possível reciclagem.

### 3.3. Conforto Ambiental

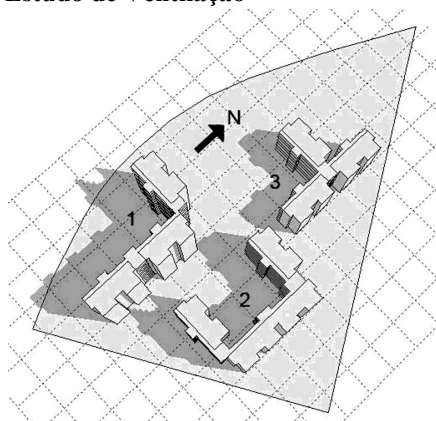
Os edifícios foram agrupados em três blocos com diferentes alturas para garantir a insolação em todas as unidades durante o ano todo. Desta maneira, os edifícios do bloco 1 têm 12 andares, os edifícios do bloco 2 têm 9 andares e os do bloco 3 têm 7 andares. Este escalonamento descendente no sentido norte, associado ao distanciamento definido entre os blocos que garantiu ventilação no conjunto (Figura 11), permitiu que as unidades recebessem uma maior insolação na parte da manhã e principalmente no inverno, períodos onde a penetração solar se faz mais necessária (Figuras 12 e 13).



**Figura11 - Estudo de Ventilação**



**Figura 12 - Solstício de Inverno às 12:00 hs**



**Figura 13 - Equinócio de Primavera às 10:00 hs**

As unidades habitacionais foram agrupadas lateralmente de modo a formar lâminas de 7.20 m de largura dispostas de maneira que os quartos sempre estivessem orientados a norte e a leste. As janelas das unidades foram recuadas em relação à fachada do edifício formando um quebra sol que a protege da radiação solar nos períodos mais quentes do dia ou do ano, dependendo da orientação da mesma (Figura 14).

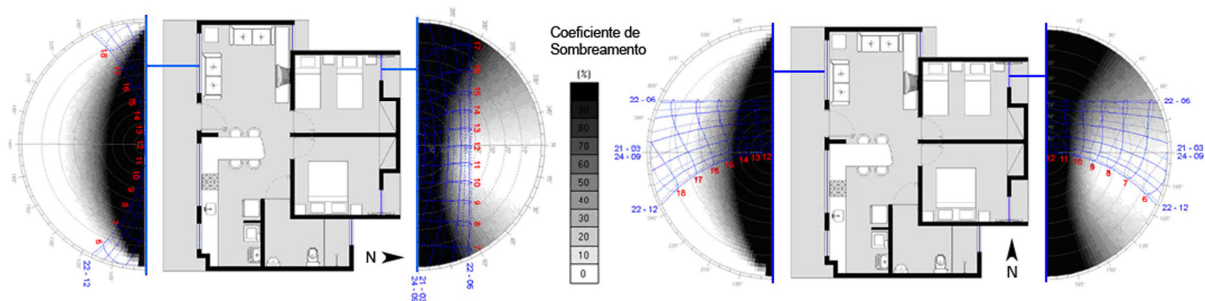


Figura 14 - Máscaras de Sombreamento das janelas Norte e Sul e janelas Leste e Oeste

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Operação Condominial Sustentável

#### 4.1.1. Unidade de Reciclagem de Materiais e Compostagem Orgânica

Para viabilizar a implantação da unidade de reciclagem, deve-se estender esse benefício à comunidade adjacente, que conta com cerca de 100 famílias, totalizando uma geração de 144 ton/ano (12 ton/mês) de materiais recicláveis e o consumo de 168 ton/ano (13.800 ton/mês) de material orgânico que será destinado a compostagem. (CEMPRE, 2004)

#### 4.1.2. Unidade de Tratamento e Reuso de Águas

O projeto de estação de tratamento de água cinza a ser coletada de lavatórios, chuveiros e águas pluviais, foi desenvolvido para aproveitamento da água tratada para fins não potáveis, como irrigação dos jardins, lavagem de áreas comuns e descarga em vasos sanitários. A estação de tratamento escolhida de água cinza consiste de um tratamento biológico do efluente previamente decantado, que apresenta alta eficiência de degradação de carga orgânica e baixo custo energético. É um sistema baseado na degradação realizada pelos microorganismos existentes no próprio esgoto, com baixa geração de lodo residual.

#### 4.1.3. Aquecimento de Água por Energia Solar

A concepção do sistema de aquecimento solar para o conjunto levou em consideração dados levantados em experiências implantadas em diferentes condomínios residenciais no Brasil. Ao total serão aquecidos 31.500 L diários de água a 50° C para as 186 unidades habitacionais, que estarão acondicionados em 3 *boilers* centrais e medidores individuais de consumo.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi estimado o custo total para o empreendimento de R\$ 7.766.000, dos quais R\$ 744.000 são destinados à implantação das medidas sustentáveis. Esse montante confere um valor de R\$ 41.750 para cada uma das 186 unidades habitacionais, dos quais R\$ 4.000 são para as medidas sustentáveis, o que representa 9% do custo da habitação. Os financiamentos disponíveis para produção de habitação de interesse social atualmente são de até R\$ 40.000,00 por habitação.

Foram calculados os períodos de retorno simples de cada operação sustentável (Tabela 1) que poderão subsidiar as despesas com a remediação da área (estimados em aproximadamente um milhão de reais), e a partir disso podem ser revertidos em minimização de despesas condominiais.

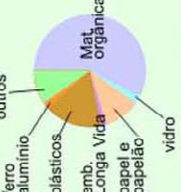
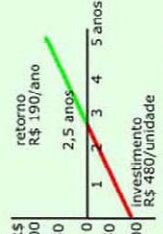
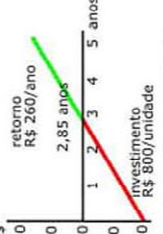

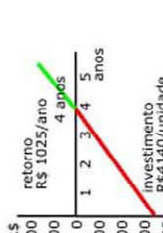
COLETA SELETIVA	REUSO DE ÁGUAS	AQUECIMENTO SOLAR	OPERAÇÃO CONDOMINIAL	ANÁLISE DE BENEFÍCIOS
<p><b>PERFIL DE GERAÇÃO</b> Condomínio 750 hab- renda até 6 sal. mín. Geração lixo 100 famílias locais - renda até 10 sal. mín. Geração lixo 750 hab 274 ton/ano</p> <p>Comp. orgânica Geração de composto orgânico 64 ton/ano</p>	<p><b>PERFIL DE CONSUMO</b> Condomínio - 750 habitantes Geração de Esgoto bruto 75 m3/dia 27.375 m3/ano Geração de Água cinza 37,5 m3/dia 13.687 m3/ano Captação de Água chuva 5 m3/dia 1.275 m3/ano Aproveitamento de 75% 3,7 m3/dia 956 m3/ano</p>	<p><b>PERFIL DE CONSUMO</b> Aquecimento de água para 186 chuveiros.</p> <p><b>ESPECIFICAÇÃO DE USO</b> Volume de água quente: 3 boilers de 4m³ (Blocos 1 e 2); 2 boilers de 4m³ (Bloco 2) Coletores: 60m² - Bloco 1; 60m² - Bloco 2; 36m² - Bloco 3 painéis de 2x1m, aproximados 156m² Capacidade de aquecimento de 37,5 m3/dia de água de 25 a 40 °C Disponibilidade de 50L/banho habitante. Sistema de boiler coletivo com monitoramento remoto individual. Complemento de aquecimento por energia elétrica no boiler</p>	<p><b>INDICADORES DE DESEMPENHO</b> Parâmetros para avaliação continua dos processos</p> <p><b>RECICLAGEM</b> 1-Quant. coletada/domicílio 2-Custo/ton. coletada 3-Receita venda/ton. 4-Avaliação periódica do perfil de recicláveis</p>	<p><b>CONTABILIDADE AMBIENTAL</b> Redução de 191.000 Kg/ano de resíduos aos aterros Redução de 18.000 m3/ano de água de abastecimento Redução de 114.000 KWh/ano de energia elétrica Geração de 64ton/ano de composto orgânico</p>
<p><b>PERFIL DO LIXO</b> Geração de 133 ton/ano de materiais recicláveis</p>  <p><b>CONTABILIDADE SOCIAL E ECONÔMICA</b> Geração de recursos pela operação de separação e reciclagem de materiais</p>	<p><b>PADRÃO DE USO</b> Captação de água cinza de banho, pias de banheiro e tanque. Tratamento aeróbio desinfecção por cloração Reuso em sanitários, irrigação de áreas verdes, espelho d'água e lavagem de pisos e veículos.</p>	<p><b>CONTABILIDADE SOCIAL E ECONÔMICA</b> Geração de recursos pela redução de demanda de energia elétrica</p>	<p><b>REUSO DE ÁGUA</b> 5-Volume de água tratada para reuso/domicílio 6-Custo tratamento/m3 7-Volume excedente de água 8-Receita com venda</p> <p><b>AQUECIMENTO SOLAR</b> 9-Volume de água aquecida consumida /domicílio 10-Economia de energia</p>	<p><b>ESTÍMULO À COMUNIDADE</b> Educação continuada através de oficinas de sucatas, jardinagem, horticultura compostagem. Venda de produtos e divulgação externa da evolução do programa.</p>
 <p><b>gráfico pay back por unidade</b></p>	 <p><b>gráfico pay back por unidade</b></p>	 <p><b>gráfico pay back por unidade</b></p>	 <p><b>gráfico pay back por unidade</b></p>	<p><b>CONTABILIDADE SOCIAL</b> Inclusão social geração de 9 postos diretos de trabalho e 18 indiretos. Respeito e cidadania - revisão da relação homem/cidade. Resgate da percepção humana no contexto da natureza. Impacto positivo à comunidade de adjacente e município.</p>
<p><b>Avaliação Econômica Social</b> 6 postos diretos de trabalho Implantação R\$90.000 Investimento R\$120/hab Custo oper. R\$28.000/ano Receita R\$63.500/ano Saldo oper. R\$35.500/ano</p>	<p><b>Avaliação Econômica Social</b> 2 postos diretos de trabalho Implantação R\$150.000 Investimento R\$200/hab Custo oper. R\$14.500/ano Receita R\$67.000/ano Saldo oper. R\$52.500/ano</p>	<p><b>Avaliação Econômica Social</b> 1 posto direto de trabalho Implantação R\$532.600 Investimento R\$715/hab Custo oper. R\$8.000/ano Receita R\$110.800/ano Saldo oper. R\$102.000/ano</p>	<p><b>Avaliação Econômica Social</b> 9 postos diretos de trabalho Implantação R\$772.600 Investimento R\$1035/hab Custo oper. R\$50.500/ano Receita R\$241.300/ano Saldo oper. R\$190.800/ano</p>	<p><b>GERENCIAMENTO</b> Implantação do Empreend. R\$7.860.000 (geral); R\$ 42.290/unidade Implantação por unidade R\$4.150 (med.sustentáveis) Porcentagem de custo de implantação das medidas sustentáveis em relação ao empreendimento = aprox. 10% Período de retorno simples da implantação das medidas sustentáveis = 4 anos)</p>

Tabela 1 - Operação Condominial Sustentável

## 6. CONCLUSÕES



**Figura 15 - Abordagem sistêmica do empreendimento**

Na implantação de um empreendimento convencional percebe-se uma visão linear de processos onde normalmente os recursos materiais não são questionados, desde sua origem até no seu descarte. Durante a operação também não há questionamentos e consciência da fonte dos recursos naturais e energéticos, gerando-se resíduos em grande volume sob a forma de esgotos e materiais diversos para aterros sanitários.

Este projeto consagra uma abordagem sistêmica (Figura 15), contemplando todos os aspectos envolvidos ao longo de seu ciclo de vida, desde a concepção do projeto, implantação e operação, mostrando-se viável perante a visão moderna de sustentabilidade.

A viabilização de um empreendimento que propõe a conexão com os aspectos levantados sugere a perspectiva da existência de cidades sustentáveis inseridas nos ciclos naturais da Terra (CAPRA, 1996). Essa percepção de que cidade não faz parte da natureza constitui mais um paradigma a ser rompido pela sociedade.

## 7. REFERÊNCIAS

CAPRA, F. A teia da vida. 7. ed. São Paulo: Cultrix, 1996.

CEMPRE. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Acesso em 15/07/2004.

COOPERRIDER, D. L., SRIVASTVA, S. (1987). Appreciative inquiry in organizational life. In Pasmore, W., Woodman, R. (Eds.), JAI Press. Greenwich, CT

BOHM, D. (1989) – An Interview by John Briggs. New Age Journal, setembro/ outubro, p.44-49, 110-115.

EVANS, P. Além da “Monocultura Institucional”: Instituições, Capacidades e Desenvolvimento Deliberativo. Sociologias. Ano 5 no. 9, Porto Alegre: Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - UFRGS, 2003

GRIMSKI, D et al.. Remediação e revitalização de áreas contaminadas. São Paulo: Signus, 2004.

JANTSCH, E. (1980) – The Self-Organizing Universe. Oxford, Pergamon Press. London

LORENZETTI, M.S.B. A Questão Habitacional no Brasil. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

MIRANDA, M. E. Meio ambiente e habitação popular: o caso do Cantinho do Céu. 2002. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MORAIS, M. P. condições de moradia nas áreas urbanas brasileiras na década de 90. Estudos Econômicos da Construção, São Paulo, v. 6, n. 1, 2004.

MÜLFARTH, R.C.K. Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002.

PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ. Plano Diretor do Município de Santo André. Lei n. 8.696, de 17/12/2004. Santo André: Núcleo de Comunicação da Prefeitura de Santo André, 2005.

SÁNCHEZ, L. C. *in* Remediação e revitalização de áreas contaminadas. São Paulo: Signus, 2004.

SENGE, Peter - A Quinta Disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem (1990), Best Seller. São Paulo

## **8. AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à colaboração da Prefeitura do Município de Santo André (arq. Aylton Affonso e equipe), ao apoio das empresas BASE, IDS Radar, Soletrol, Acquabrazilis, Obra Limpa, Monobeton, Innlab, do Instituto Paradigma e da ABCP, às colaborações profissionais do arq. Roberto Pompéia, eng. Lao Napolitano, eng. André Ramos de Andrade, arq. Robbis Llobet e Dirson Garcia Junior.