

# Arquitetura industrial com diretrizes para a captação e reutilização de recursos hídricos

*Industrial Architecture with guidelines for capturing and reusing of water resources*

Thiago Manhães França\*

## Resumo

Aborda-se nesse trabalho uma tipologia específica da arquitetura, a industrial, e como é possível tornar sua produção limpa aplicando ferramentas de otimização do uso de recursos naturais, principalmente a água. Esse estudo ocorre paralelamente à execução de um projeto de arquitetura conceitual visando projetar uma indústria de ferramentas manuais em São João da Barra, município da região norte do estado do Rio de Janeiro, com o objetivo de analisar a arquitetura industrial e servir de referência para as decisões de projetos que poderão direcionar as indústrias que virão a se instalar no complexo portuário do Açú e no Distrito Industrial de São João da Barra (DISJB). Para o projeto em questão foi desenvolvida e empregada uma série de recursos que permitem o melhor uso da ventilação e iluminação naturais e, principalmente, uma tecnologia de captação e reúso de água, recurso muito utilizado nos processos industriais, sobretudo na indústria metalúrgica.

**Palavras-chave:** Arquitetura Industrial. Porto do Açú. Produção Limpa.

| 51 |

## Abstract

*This paper presents an approach of a specific typology of architecture, called industrial, and analyzes how to clean its production by applying optimization tools for the use of natural resources, especially water. This study is a parallel implementation of a conceptual architecture project to designing a hand tool industry in the municipality of São João da Barra, located in the northern region of the state of Rio de Janeiro, aiming to analyze the industrial architecture as well as serving as a reference to the architectural choices that will direct the industries that will be installed in the port complex of Açú and the industrial district of São João da Barra (DISJB). A series of features was developed and employed to allow the best use of natural ventilation and lighting, mainly a water capture and reuse technology, since this resource is widely used in industrial processes, especially in the metallurgical industry.*

**Keywords:** Industrial Architecture. Port of Açú. Clean Production.

## 1 Introdução

A água é um bem indispensável a todos os tipos de vida e, embora cubra 71% da superfície terrestre, só 3% desse total é água doce. As indústrias, que respondem por boa parte do desenvolvimento econômico de um país, aparecem como uma das principais consumidoras de água e estão quase sempre associadas à poluição e degradação ambiental, já que não existem

\* Graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Professor do IFFluminense, Campus Campos-Centro, Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil. Email: thiago.franca@ifff.edu.br

processos de produção totalmente limpos. Algumas indústrias tentam implementar em seus processos tecnologias de diminuição de desperdício dos recursos naturais e sistemas de reutilização, mas muitas vezes esbarram na falta de conhecimento técnico dos envolvidos em seus projetos e na falta de incentivo do poder público. No entanto, essa visão pode ser muito lucrativa para as corporações industriais, pois trata-se, antes de tudo, de sistemas que promovem a economia de recursos naturais e, conseqüentemente, financeiros também. O presente trabalho tem como finalidade servir de referência para as escolhas projetuais que envolverão as futuras instalações industriais de empresas de variados segmentos, que se fixarão na zona industrial no entorno do Porto do Açu, pautando-se na ligação da implantação de edifícios industriais com o desenvolvimento, inclusão social e criação de novos empregos, fomentando o crescimento da região onde se instalam, abordando ainda os preceitos técnicos e outras necessidades específicas que devem ser levadas em conta para que o futuro uso da edificação se dê sobre o melhor desempenho possível, o que implica diretamente na otimização da produção e principalmente que sua produção seja a mais limpa e sustentável possível. O sistema de reaproveitamento de água proposto foi desenvolvido com base no Manual de Conservação e Reúso de Água na Indústria, da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, a FIRJAN, e com a colaboração de Sérgio Celso Souza Chagas, engenheiro da CEDAE, e de Silas Alvarenga, professor do curso de engenharia mecânica do ISE-CENSA. O projeto arquitetônico foi orientado pelo professor do curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do IFF José Luiz Maciel Puglia.

## 2 Contexto regional e área de estudo

A cidade de São João da Barra (em destaque na Figura 1) fica localizada na mesorregião do Norte Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, Brasil, ocupando uma área de 458,611 km<sup>2</sup> e tendo população de 39.399 habitantes.



**Figura 1: Localização de São João da Barra, RJ.**

Fonte: SÃO..., 2013.

A primeira menção a um projeto estruturante na região norte do estado do Rio de Janeiro ocorre em 1999, primeiro ano da gestão do campista Anthony Garotinho à frente do Governo do Estado, quando a Secretaria de energia, indústria naval e petróleo traça um plano de ação com a preocupação de

gerar para a região empreendimentos alternativos e fixadores de capital (WICTER, 2013).

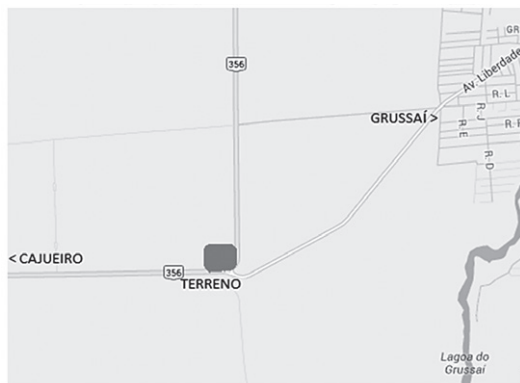
Após a aprovação do projeto, em 2006, o Porto do Açu ganhou rapidamente espaço na mídia nacional e internacional pela envergadura do projeto, tratando-se de uma das maiores plataformas logísticas do mundo, estando em posição estratégica não só pelo aspecto inicial de escoar minério para o oriente, mas também pela proximidade de outros polos proeminentes, como as capitais do sudeste brasileiro e outros portos importantes como o de Santos, fortalecendo as ações na costa brasileira e estando disposto a receber ações de várias empresas ao redor do globo, assim como uma retroárea vasta, com a possibilidade de implantação de inúmeras empresas nacionais e multinacionais de destaque.

O Porto contará com seis berços de atracação para navios graneleiros e quatro berços de atracação para contêineres, com uma capacidade anual de 330 mil TEUs (unidade correspondente a um contêiner de 20 pés), e ainda cargas de produtos siderúrgicos gerais e também de apoio às indústrias offshore.

A respeito de sua retroárea, com quase 10 mil hectares, sabe-se que abrigará um grande distrito industrial, pensado para abrigar terminais voltados a armazenamento de produtos, uma usina termelétrica, siderúrgicas, um complexo siderúrgico, um pólo metal-mecânico e até quatro usinas de pelotização de minério, que são o carro chefe do empreendimento. De fato, todos esses segmentos industriais são grandes consumidores de água em seus processos produtivos.

### 3 Perfil do projeto

O projeto da indústria desenvolvido neste trabalho utilizou o terreno situado às margens da BR-356, próximo ao distrito de Cajueiro, mais especificamente no trevo de Grussaí (em vermelho na Figura 2). Essa localização é estratégica por estar em um ponto referencial onde a futura indústria terá a perspectiva de se tornar um elemento marcante na paisagem. Sua área total é de aproximadamente 43.200m<sup>2</sup>, no entanto após serem respeitados os afastamentos referentes a rodovias federais e via local de acesso ao loteamento, essa área alcançará algo em torno de 34.300m<sup>2</sup>.



**Figura 2: Localização do terreno**

Fonte: Acervo pessoal, 2013.

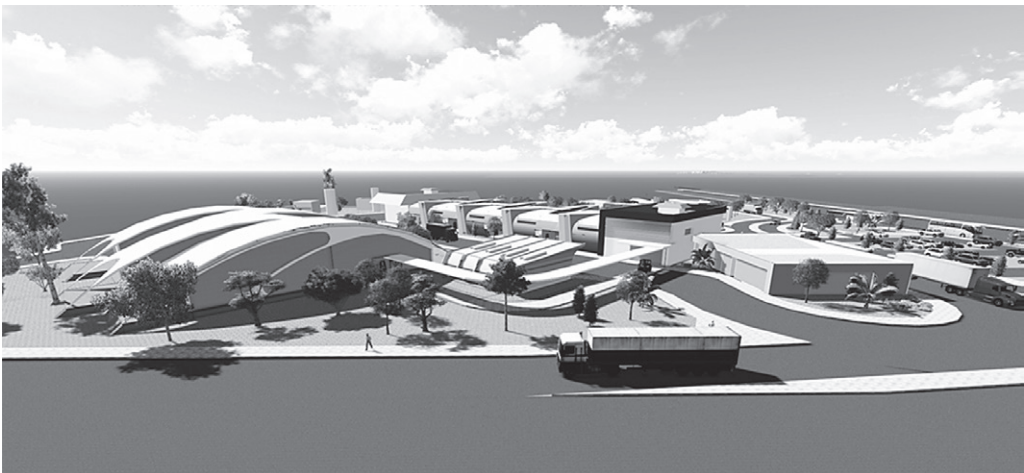
O intuito desde o início foi projetar uma indústria que se aproveitasse de sua localização próxima a um grande vetor de produção e transporte de produtos, que pudesse se inserir na cadeia produtiva e, se possível, aproveitar resíduos de processos produtivos de outras empresas que se instalarão no Condomínio Industrial Estadual. O maior aproveitamento da mão de obra local, que ainda levará anos para se preparar adequadamente para ocupar postos de trabalho em empresas de segmentos mais técnicos, também teve grande importância.

Como o carro-chefe das empresas do Porto do Aço são as siderúrgicas e outras indústrias de derivados do aço, uma indústria de ferramentas manuais, como martelos e alicates, ou ferramentas mecânicas, como furadeiras e perfuratrizes, poderia aproveitar uma série de matérias-primas de baixo valor pela proximidade da fonte, assim como a facilidade de transporte do produto acabado pelo porto, fazendo-o ter um preço mais competitivo no mercado. Devido a essa proximidade, alguma parcela da produção poderia ser aproveitada no próprio polo industrial local, além de viabilizar a reciclagem das sobras, aparas e resíduos de metais que se originarem da produção dos produtos beneficiados da linha de produção da indústria, diminuindo o custo com material e tornando a produção mais sustentável e eficiente.

De forma genérica, esse segmento exige menos especialização profissional que o setor químico, por exemplo, o que amplia a possibilidade de aproveitamento de trabalhadores locais.

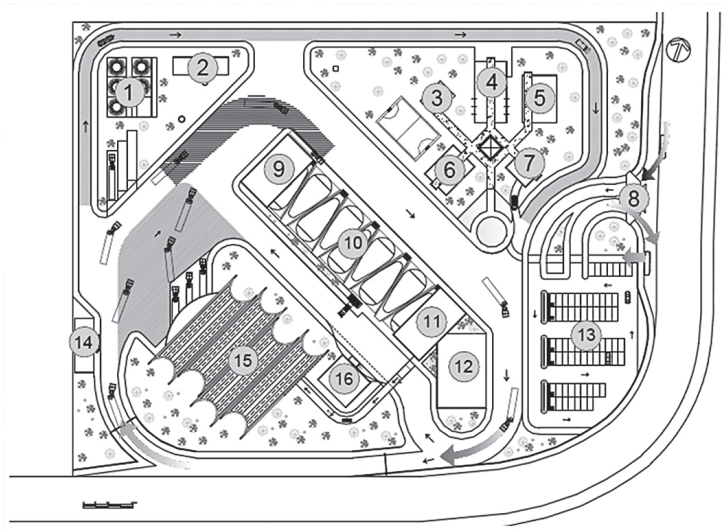
Para dimensionar e elaborar a estrutura da fábrica de ferramentas utilizou-se a pesquisa acerca de como se processam as barras de aço (DISCOVERY, 200-), que chegam aos seus depósitos na forma de matéria-prima, até se tornar um produto acabado e pronto para comercialização por meio de documentários e informações de outras empresas fabricantes de ferramentas atuantes no Brasil, como a Tramontina e a Stanley.

Após esse levantamento, chegou-se à conclusão de que o ideal seria unificar toda a produção em um único bloco disposto de forma linear. Pelas dimensões do terreno escolhido, em torno de 240 x 180 metros, idealizou-se implantar um bloco inclinado em relação às testadas do lote. A partir da locação desse bloco, originou-se a dos outros, circundando-o a fim de garantir bom fluxo de circulação dos veículos que ali transitarão, sobretudo caminhões (Figuras 3, 4 e Tabela 1).



**Figura 3: Volumetria da implantação da Indústria**

*Fonte: Acervo pessoal, 2013.*



**Figura 4: Implantação da Indústria**

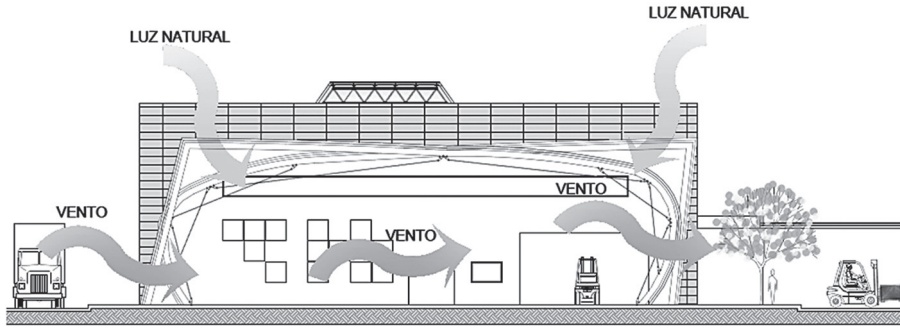
Fonte: Acervo pessoal, 2013.

**Tabela 1: Legenda da Implantação Final**

1	Estação de tratamento de esgoto
2	Estação de tratamento de água
3	Lazer e campo de futebol society
4	Refeitório
5	Auditório
6	Vestiário
7	Ambulatório
8	Guarita
9	Estoque de matéria prima
10	Produção
11	Apoio, tecnologia e chefia
12	Administração
13	Estacionamento
14	Subestação
15	Depósito de produtos acabados
16	Almoxarifado central

Fonte: Acervo pessoal, 2013.

Para boa parte dos blocos foi escolhida a cobertura tipo SHED, muito utilizada na arquitetura industrial, porém com uma abordagem volumétrica diferente. Com essa configuração, permitiu-se grande aproveitamento da luz do dia e da ventilação natural cruzada (Figura 5).



**Figura 5: Iluminação e ventilação naturais**

Fonte: Acervo pessoal, 2013.

## O sistema de reaproveitamento de água

Embora o projeto tenha utilizado profusamente a iluminação e ventilação naturais em seus prédios, o que possibilitará uma grande economia de energia elétrica, mantendo-se o conforto térmico e lumínico, e do sistema de envio de resíduos para reciclagem, é nos recursos hídricos que se dá seu maior comprometimento com o uso dos recursos naturais.

As indústrias siderúrgicas e metalúrgicas são grandes consumidoras de água por natureza e, para solucionar esse problema, não bastava apenas preservar 28% do terreno permeável (20% é o exigido pela lei do município), por isso foram implementados alguns métodos para o manejo desse recurso tão importante. Foi levada em conta também a possibilidade de aplicação técnica e financeira das opções. O fornecimento primário da água será da concessionária de águas, mas responderá por apenas 30% da água utilizada nas instalações da empresa.

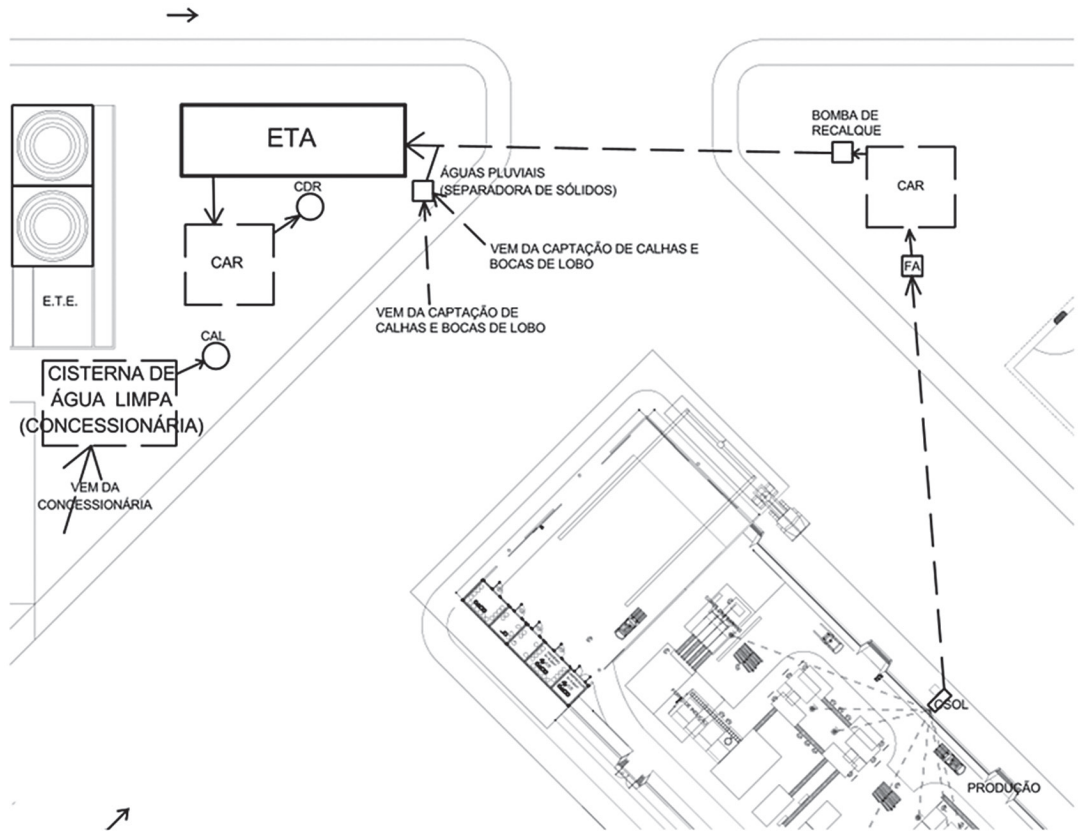
Desenvolvido com base no Manual de Conservação e Reúso de Água na Indústria, da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, o sistema se beneficia de não haver a necessidade de que a água seja tão limpa para ser usada na maior parte das etapas do processo produtivo, como refrigeração de corte e têmpera.

A água que chega da concessionária fica armazenada em uma cisterna, de onde é bombeada automaticamente para a caixa d'água limpa, que chamaremos CAL, sempre que o nível dessa última atinge determinada cota. Da CAL a água será distribuída para todos os pontos que necessitam de água limpa, tal qual vem da concessionária, e primariamente também nos pontos onde for passível o uso de água tratada para reúso, quando não houver quantidade dessa última em reservatório. Próximos aos pontos de água da área de produção, ligados às máquinas e equipamentos que participam do processo de beneficiamento das barras de ferro, estarão locados pontos e grelhas de captação da água usada, que será canalizada por baixo do piso de concreto (linhas tracejadas na Figura 6) do setor de produção até uma caixa separadora de óleo e lama (CSOL).



restos ferrosos da água.

É importante ressaltar que essa água não será potável, mas passível de ser reutilizada até quatro vezes nas máquinas e equipamentos que participam do processos de beneficiamento no setor de produção.



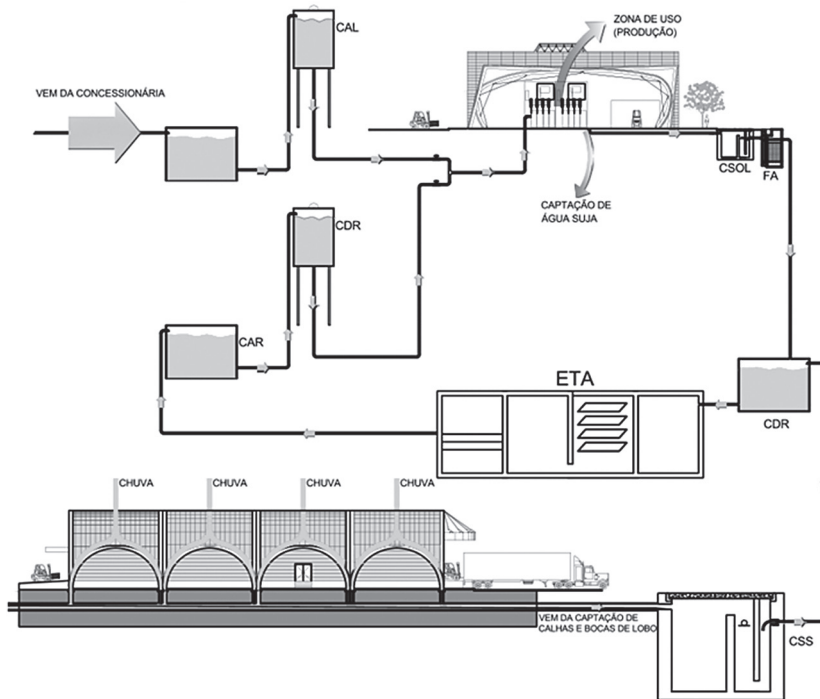
**Figura 9: Esquema de processamento da água de reuso**

Fonte: Acervo pessoal, 2013.

Da ETA, a água, já em estado apropriado, é encaminhada à cisterna de água para reúso (CAR), de onde é bombeada para a caixa d'água de reúso (CDR). Esse processo está demonstrado na Figura 8. A água armazenada na CDR chegará ao ponto em que registros irão alternar seu uso com o da água limpa que vem da concessionária, dependendo dos níveis dos reservatórios de reúso ou por necessidade específica de uso de água limpa que possa surgir eventualmente nos pontos da produção.

Para otimizar o uso da água pluvial que não cair sobre as áreas permeáveis, integrou-se ao sistema de reúso de água usada o sistema de aproveitamento de água pluvial, formando-se um sistema integrado (Figura 10). A estratégia é aproveitar 100% das áreas impermeáveis da planta, das grandes coberturas que abrigam os blocos às superfícies de concreto e asfalto que pavimentam os pátios de carga, descarga, manobra e circulação. Essa porção responderá pela captação de mais de 70% do volume total de água que cai sobre o terreno.





**Figura 10: Vista esquemática do processo**

Fonte: Acervo pessoal, 2013.

Todos os telhados e coberturas foram projetados de forma a possibilitar o recolhimento da água da chuva, encaminhados por calhas aos tubos de queda, e desses para galerias subterrâneas. Essas galerias também recebem as águas da chuva que caem sobre o pátio, escorrem por suas sarjetas e chegam às bocas de lobo da instalação de drenagem, que captam mais de 70% da água que cai sobre o terreno. Toda essa água pluvial, tanto vinda das coberturas quanto dos pátios, é encaminhada à caixa separadora de sólidos (CSS), e a partir de então passa pelos mesmos processos: é bombeada para a ETA, passa pelo processo de purificação por aeração e é encaminhada até a CAR, para que seja utilizada.

A respeito da porção de água usada que não for passível de tratamento para reúso, foi respeitada a Minuta da Lei de Uso e Ocupação do Solo de São João da Barra (SÃO..., 2013), utilizada para este trabalho, projetando para a indústria proposta sua própria Estação de Tratamento de Esgoto, para que este chegue à rede pública em forma menos agressiva. No entanto, foi reservada uma área consideravelmente grande, onde poderá ser instalada uma estação que utiliza processos mais rigorosos de tratamento, incluindo a utilização de tanques.

## 4 Resultados

Os resultados da aplicação do sistema de reaproveitamento de água usada e de água pluvial conjugado devem ser analisados sob dois pontos de vista principais. O primeiro é o seu real impacto

sob o meio ambiente, os benefícios que traz, se de fato torna o processo produtivo mais sustentável. O segundo é o ponto de vista do empreendedor, que disponibilizará seus recursos financeiros para a implantação da indústria e cujo sistema proposto será apenas uma das decisões sobre o projeto que este deverá tomar, enquanto definidor do programa de necessidades da empresa.

Ambientalmente, o sistema proposto é altamente vantajoso, visto que em uma cidade com a população de São João da Barra e com a expectativa de chegada de muitas indústrias, é plausível afirmarmos que em pouco tempo a maior parte de seu consumo de água, vindo dos lençóis freáticos, aquíferos e do Rio Paraíba do Sul, será destinada a esse gênero de edificação. É fundamental pensarmos em estratégias para otimizarmos o uso da água nas indústrias e como isso pode ser feito levando em conta aspectos próprios da nossa realidade regional.

Para o empreendedor, o referido sistema também é apropriado, uma vez que não emprega nenhuma tecnologia avançada, apenas são arrumados em sequência uma série de equipamentos simples e de fácil construção, como as caixas separadoras e as cisternas, vistos em muitos edifícios da região. O custo de implantação e operação são relativamente baixos, enquanto as taxas cobradas pelas concessionárias pelo uso de grande volume de água para instalações industriais é alto.

Apesar dos resultados significantes alcançados com os sistemas descritos nos itens anteriores, a água poderia ser ainda mais aproveitada utilizando-se mais instalações e tratamentos químicos, além de, pelo menos, mais uma cisterna e uma caixa d'água, para que se reutilizasse, por exemplo, a água da chuva nos sanitários da indústria. Porém isso geraria um custo-benefício baixo pela perspectiva do empreendedor, o que deve ser considerado no momento do projeto. O uso de água em outras instalações da indústria, que não no setor de produção, é pouco se comparado a este último. De nada adianta o projeto ser o melhor do ponto de vista ambiental, mas ser descartado por que a ideia “não se paga”. Os sistemas escolhidos são passíveis de darem retorno financeiro em médio prazo, pelo preço relativamente baixo de sua implantação e grande economia gerada. Além disso, necessitam de pouco pessoal e baixa frequência de manutenção para que funcionem.

## 5 Conclusão

A missão de projetar um edifício que tenha um grande apelo técnico mesclando-o com um aspecto plástico interessante e dimensionamentos que privilegiem a saúde e o bem-estar do funcionário, assim como o aumento da produção da unidade e, principalmente, o uso sustentável dos recursos naturais, leva a uma grande gama de possibilidades projetuais.

É preciso estar especialmente atento à aplicação das tecnologias e seu desempenho prático e à viabilidade financeira dos recursos a serem empregados. Nesse caso, o trabalho do arquiteto ultrapassa a função de profissional, que terá apenas o dever de representar os aspectos construtivos e legais da edificação, pois terá influência importante na decisão da disposição dos elementos físicos de produção e poderá colaborar, aumentando seu conhecimento sobre essa tipologia, com a melhoria do ambiente industrial e ambiental.

Os investimentos no setor industrial, que tem crescido ano após ano em nosso país, com a

construção de novos portos, complexos, refinarias, entre outros, são indicadores de que há ainda uma necessidade nacional de se melhorarem as condições de trabalho do chamado “chão de fábrica”, representado na figura do operário, e também de pensar em meios sustentáveis e criativos de se aproveitarem os recursos naturais.

## Referências

- ANDRADE NETO, Cícero Onofre. *Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira*. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 301 p.
- ARCADIS Tetraplan. *Avaliação ambiental estratégica: Complexo Industrial Porto do Açú*. Campos dos Goytacazes, [200-]. 67: color. Slides gerados a partir do software PowerPoint.
- ARQUITETÔNICO. *Arquitetura para indústrias: arquitetura para a indústria Natura Cajamar/SP*. Disponível em: <<http://www.arquitetonico.ufsc.br/arquitetura-para-industrias>>. Acesso em: 17 maio 2013.
- ATHIÉ & WOHRNATH PROJETOS E GERENCIAMENTO. *Baker Hughes Bela Vista: projeto arquitetônico*. Arquiteta: Patrícia. [2011]. Plantas diversas.
- CODIN. *Distritos industriais: São João da Barra*. [201-]. Disponível em: <<http://www.codin.rj.gov.br/Paginas/ApoioInvestidor/AlternativaLocalizacao/DistritoSaoJoaoBarra.aspx>>. Acesso em: 7 de abr. 2013.
- DISCOVERY Chanel. *Como é feito: martelo*. [200-]. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=cPkiJrmt03g>>. Acesso em: 2 jun. 2013.
- DM ANÁLISE & TECNOLOGIA. *Sistema de tratamento de água: aeração*. [201-]. Disponível em: <<http://dmanaliseambiente.blogspot.com.br/2012/01/sistema-de-tratamento-de-agua-aeracao.html>>. Acesso em: 1 ago. 2014.
- FIRJAN. *Manual de conservação e reúso de água na indústria*. Rio de Janeiro: DIN, 2003.
- INFRAESTRUTURA urbana: governo paulista vai financiar miniestações de tratamento de esgoto em comunidades rurais. 2012. Disponível em: <<http://www.infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/20/artigo271628-3.aspx>>. Acesso em: 25 jul. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Estatísticas históricas do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v. 3.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *São João da Barra*. [19--] Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/riodejaneiro/saojoadabarra.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2013.
- LUPFER, Gilbert; SIGEL, Paul. *Gropius*. Lisboa: Taschen, 2006.

NASCIMENTO, Abílio. *Arquitetura industrial!:* as coisas que são. 2010. Disponível em: <<http://ascoisasquesao.blogspot.com.br/2010/08/arquitetura-industrial.html>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

SANTOS, Ademir Pereira dos. *Arquitetura industrial: São José dos Campos*. São Paulo: Takano, 2006.

SÁ, Carlos de. *São João da Barra: parte 1*. [201-]. Disponível em: <<http://www.carlosaadesa.wordpress.com/aspectos-culturais-sanjoanenses/parte-i/>>. Acesso em: 28 fev. 2013.

SÃO João da Barra. Código de obras e edificações do município de São João da Barra, de 24 de abril de 1997. 2011. CD-ROM.

SÃO João da Barra: minuta da Lei de Uso e Ocupação do Solo. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o\\_Jo%C3%A3o\\_da\\_Barra](http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Jo%C3%A3o_da_Barra)>. Acesso em: 25 fev. 2013.

WICTER, Wagner. *Porto do Açu*. [2012]. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/blogs/wagner/posts/2010/04/14/porto-do-acu-283776.asp>>. Acesso em: 22 fev. 2013.

ZEPPINI. *Caixa separadora ZP1000*. 2009. Disponível em: <<http://zeppini.com.br/zeppini/2009/09/02/zeppini-lanca-caixa-separadora-zp1000/>>. Acesso em: 28 jul. 2014.