



Organização: Comitê Científico Interinstitucional/ Editora Científica: Profa. Dra. Cláudia Terezinha Kniess
Revisão: Gramatical, normativa e de formatação.

Recebido: 20/01/2017 - Aprovado: 13/06/2017
DOI: 10.5585/geas.v6i3.412
E-ISSN: 2316-9834

TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS E MECANISMOS DE GESTÃO HÍDRICA DE UMA UNIVERSIDADE EM FOZ DO IGUAÇU/PR

¹Livia Yu Iwamura Trevisan
²Fábio Orssatto

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o sistema de tratamento de águas residuárias e os mecanismos hídricos de uso e reúso a serem implantados no Câmpus da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila) e o potencial de economia hídrica a ser atingido com o uso adequado dessas instalações. Inicialmente, aborda-se a importância da educação ambiental no uso sustentável do ambiente construído. A caracterização da área de estudo apresenta a inserção da Unila no contexto local, bem como o sistema de tratamento de águas residuárias e os mecanismos hídricos de uso e reúso projetado para o Câmpus. Com base na análise crítica da infraestrutura proposta, conclui-se que a eficácia dos mecanismos economizadores está diretamente relacionada ao uso adequado das instalações. Neste contexto, o cartaz de boas práticas na gestão da água favorece a aplicação dos conceitos da Educação Ambiental e da cultura do saneamento no dia-a-dia da Universidade.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Saneamento; Educação Ambiental.

¹ Doutoranda em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Paraná (Brasil).
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA, Paraná (Brasil).
E-mail: livia.iwamura@gmail.com

² Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Paraná (Brasil).
Professor do Núcleo de Ciências biológicas e ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Paraná (Brasil). E-mail: orssatto@utfpr.edu.br



WASTEWATER TREATMENT AND WATER MANAGEMENT MECHANISMS OF A UNIVERSITY AT FOZ DO IGUAÇU/PR

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze wastewater treatment and management mechanisms of water use and reuse to be implemented at the Campus of Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila) and the potential of water saving to be achieved through the good use of these facilities. At first, the significance of environmental education in sustainable use of buildings is addressed. Moreover, the link between Unila and local context is situated through wastewater treatment system and mechanisms

of water use and reuse to be implemented at the Campus. Once the infrastructure analysis is done, it was concluded that the effectiveness of saving systems is related to appropriate use of facilities. In this context, the poster of healthy practices in water management applies environmental education concepts and culture of sanitation in university daily routine.

Keywords: Water Resources; Sanitation; Environmental Education.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y MECANISMOS DE GESTIÓN HÍDRICA DE UNA UNIVERSIDAD EN FOZ DE IGUAZÚ/PR

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el sistema de tratamiento de aguas residuales y los mecanismos hídricos de uso y reutilización que serán implementados en el Campus de la Universidad Federal de la Integración Latinoamericana (UNILA) y el potencial de economía hídrica que se alcanzará con el uso adecuado de dichas instalaciones. Inicialmente, se aborda la importancia de la educación ambiental en el uso sustentable de la infraestructura construida. La caracterización del área de estudio presenta la inserción de UNILA en el contexto local y también el

sistema de tratamiento de aguas residuales y los mecanismos hídricos de uso, reutilización proyectados para el Campus. Con base en el análisis crítico de la infraestructura propuesta, se concluye que la eficacia de los mecanismos de ahorro está directamente relacionada con el uso adecuado de las instalaciones. En este contexto, el cartel de buenas prácticas en la gestión del agua favorece la aplicación de los conceptos de educación ambiental y de la cultura de saneamiento en la rutina diaria de la universidad.

Palabras-clave: Recursos Hídricos; Saneamiento; Educación Ambiental.



INTRODUÇÃO

O crescimento populacional apresenta uma relação direta com a saúde pública. Estima-se que a população mundial levou cerca de dez mil anos para totalizar um bilhão de habitantes (1850), e 80 anos mais tarde, dobrou. Em paralelo, a proliferação de doenças se intensificou-se durante a Revolução Industrial (1750-1830), devido à infraestrutura urbana deficitária e despreparada ao êxodo rural. Soma-se a isso o desconhecimento generalizado da microbiologia e da relação entre determinadas doenças e a água (MOTA, 2012).

O desequilíbrio na relação entre homem e meio ambiente motivou o Despertar Ecológico, movimento que se intensificou há cerca de 50 anos com a conscientização relativa aos problemas ambientais. A visão sistêmica do planeta ganhou notabilidade em 1972, com a realização da 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Homem em Estocolmo. Destaca-se a Resolução nº 96 promulgada neste evento, que aponta a educação ambiental como um instrumento básico para preparar o ser humano à vida em harmonia com o meio ambiente (FRANCO, 2001).

Considerando a importância da preservação dos recursos naturais, cumpre destacar que a água é um bem de domínio público (Lei Federal nº 9.433/1997). Por ser fundamental à vida, este recurso pode ser considerado um direito humano inalienável. Porém, a generosa disponibilidade de água no Brasil respalda a desvalorização e o desperdício, postergando a aplicação de investimentos voltados à proteção e manejo dos recursos hídricos.

O panorama do saneamento no Brasil é monitorado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014). Quanto ao esgotamento sanitário, o SNIS apontou que 56,3% das áreas urbanas eram atendidas por redes de esgoto em 2013, sendo que apenas 39,0% do esgoto gerado era tratado. No que concerne ao abastecimento de água, embora 93,0% das áreas urbanas fossem atendidas, havia uma média de 37,0% de perdas na distribuição. A partir dessas informações, o Instituto Trata Brasil (2014) elaborou o Ranking do Saneamento, que consiste em um diagnóstico dos principais serviços de saneamento básico nas 100 maiores cidades brasileiras. Nesse estudo, notou-se que a lentidão no avanço das obras é um empecilho à meta da universalização do saneamento básico no Brasil em 20 anos.

A problemática do saneamento pode ser constatada pela contínua defasagem entre crescimento populacional e infraestrutura urbana. Políticas governamentais são usualmente compostas por ações imediatistas de cunho corretivo, enquanto as ações preventivas de longo prazo são deixadas em segundo plano. Assim, a ineficiência dos sistemas de

saneamento fica evidente quando ocorrem desastres ambientais como enchentes e epidemias.

As alterações climáticas também motivam as discussões sobre o meio ambiente. Um exemplo foi a severa estiagem que afetou o estado de São Paulo, no período de outubro de 2013 a março de 2014. A maior seca dos últimos 45 anos baixou expressivamente os níveis dos reservatórios do Sistema Cantareira, principal manancial da Grande São Paulo. Esse panorama crítico ao menos favoreceu a disseminação de campanhas de sensibilização e racionalização do consumo de água, tais como o Programa Guardiã das Águas, que incentiva a diminuição do consumo com descontos no respectivo valor a ser pago (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo [SABESP], 2015).

Estabelecimentos de ensino são espaços favoráveis à difusão da educação ambiental, uma vez que sua vocação educacional pode orientar a conscientização quanto à importância de práticas sustentáveis. Na gestão dos recursos hídricos, em particular, o uso sustentável do ambiente construído está diretamente relacionado à percepção da infraestrutura instalada e ao uso adequado dos mecanismos disponíveis. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar os sistemas de abastecimento, uso, reúso e tratamento da água projetados para uma universidade de Foz do Iguaçu/PR, e o respectivo potencial de economia hídrica advindo de boas práticas na gestão da água.

REFERENCIAL TEÓRICO

Condicionantes Legais na Gestão dos Recursos Hídricos

Historicamente, a característica centralizadora da gestão governamental dos recursos hídricos é uma barreira à conciliação das dominialidades estaduais e nacional das águas com a gestão local integrada da bacia hidrográfica. Felizmente, a gestão descentralizada e participativa tem avançado no Brasil.

De acordo com Setti *et al.* (2000), a gestão dos recursos hídricos pressupõe conciliar a disponibilidade restrita com a demanda por água, através da otimização dos recursos e do uso adequado. Para que a gestão dos recursos hídricos seja efetivamente implantada, é fundamental que haja motivação política e procedimentos integrados de planejamento e administração. No Brasil, um dos primeiros instrumentos de gestão dos recursos hídricos foi o Código de Águas, instituído pelo Decreto nº 24.643/1934 e posteriormente substituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997).



A Constituição Federal de 1988 extinguiu o domínio privado da água, estabelecendo as bases para a gestão dos recursos hídricos. Na ocasião, todos os corpos de água em domínio brasileiro passaram às mãos dos Estados ou União (POMPEU, 1999). Até então, o modelo centralizado de gestão gerava conflitos relacionados à água; ao adotar o Estado Democrático de Direito, a Constituição incorporou a participação do cidadão na gestão, controle da Administração Pública e processo político, econômico e social (DI PIETRO, 2004).

Em 1989, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) produziu a Carta de Foz de Iguaçu, documento que destacou a necessidade de uma política de águas e de um sistema institucional pautados na gestão descentralizada e participativa, a bacia como unidade de gestão e o reconhecimento do valor econômico da água (PORTO & PORTO, 2008).

Com base no Estado Democrático de Direito, a Lei Federal nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão transpôs divisas territoriais tradicionais e promoveu a participação integrada e efetiva da sociedade na gestão dos recursos hídricos por meio de Comitês de Bacia (VEIGA, 2007). A participação popular no ambiente universitário, por sua vez, é uma prática favorável à Gestão dos recursos hídricos, pois possibilita a divulgação de conhecimentos pertinentes e confiáveis por meio da ampla mobilização da sociedade.

Em 1999, a Lei Estadual nº 12.726 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) no Paraná. No ano seguinte, a Lei Federal nº 9.984 criou a Agência Nacional de Águas (ANA). O objetivo da agência é implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e regular o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício da atual e das futuras gerações (ANA, 2008). Dentre suas iniciativas, destaca-se o Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes). Criado em 2001, este programa consiste na concessão de um estímulo financeiro federal, na forma de pagamento pelo tratamento de águas residuárias. No Paraná, três estações de tratamento foram beneficiadas pelo Prodes: CIC/Xisto (Curitiba/PR), Padilha Sul (Curitiba/PR) e Tamandaré (Almirante Tamandaré/PR) (ANA, 2015).

Em 2002, o Decreto Estadual nº 5.361 regulamentou a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos no Paraná, visando disciplinar a conservação dos recursos hídricos conforme a classe preponderante de uso. A legislação supracitada foi substituída pelo Decreto Estadual nº 7.348/2013. Para o lançamento de águas residuárias (tratadas ou não) em corpos d'água, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, o valor cobrado considera a vazão e concentração do lançamento declarado, estimado, medido ou outorgado.

Em 2007, a Lei Federal nº 11.445 estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico. Esta lei definiu o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais, relativo aos processos de abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Com a promulgação desta lei, todas as prefeituras têm a obrigação de emitir seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB); caso contrário, o município não poderá receber recursos federais para projetos de saneamento a partir de 2014.

De acordo com Mukai *et al.* (2007), a Lei Federal nº 11.445/2007 previu uma Política Federal de Saneamento Básico, ao invés de criar um Sistema Nacional de Saneamento Básico. Além disso, esta lei previu a criação de um Plano Nacional de Saneamento Básico. O Capítulo II desta lei dispõe sobre o exercício da titularidade; embora não fique claro a que nível do governo pertença este domínio, a Constituição define que a titularidade dos serviços de saneamento pertence ao município.

O município de Foz do Iguaçu publicou seu PMSB em 2012. Em consonância com a Lei Federal nº 11.445/2007, o PMSB de Foz do Iguaçu abrange as quatro áreas do saneamento, relacionadas entre si. O objetivo do documento é definir critérios para implementar um planejamento e uma política pública de saneamento, além de viabilizar a universalização do atendimento.

Apesar da sobreposição de normas federais, estaduais e municipais, todas as leis apresentadas têm em comum a preocupação com a proteção e preservação dos recursos naturais. Também cumpre ressaltar que o correto entendimento dos condicionantes legais é um pressuposto para verificar se o objeto de estudo está adequado à legislação pertinente.

Métodos Usuais de Tratamento de Águas Residuárias

O tratamento de águas residuárias divide-se em quatro níveis: preliminar, primário, secundário e terciário. No início do processo, o tratamento preliminar visa remover sólidos em suspensão grosseiros (ex.: materiais de maiores dimensões, areia). Esta etapa é constituída por mecanismos físicos de remoção de poluentes, tais como gradeamento, desarenador e peneiramento (JORDÃO & PESSOA, 2014).

Ainda de acordo com Jordão e Pessoa (2014), o tratamento primário tem por objetivo a remoção de sólidos em suspensão/sedimentáveis e uma parcela da matéria orgânica. Nessa etapa são adotados mecanismos físicos de separação (ex.: sedimentação, flotação), podendo ser empregados mecanismos químicos de remoção (ex.: coagulação, floculação). A



separação de óleos e graxas pode ocorrer por gravidade ou flotação.

O tratamento secundário, por sua vez, objetiva remover nutrientes e o restante da matéria orgânica, por meio de mecanismos biológicos. Nessa fase, a ação de microorganismos transforma a matéria orgânica em substâncias de estrutura molecular simples e baixo conteúdo energético. Há diversos tipos de tratamento secundário: lagoas, lodos ativados, filtros biológicos, dentre outros (VON SPERLING, 2014).

Por fim, o tratamento terciário visa remover os poluentes remanescentes do tratamento secundário e poluentes específicos, tais como metais pesados e microorganismos patogênicos. A técnica adotada nessa etapa é definida conforme o poluente a ser removido (ex.: lagoas de maturação, ozonização, filtros de carvão ativo, precipitação química). O elevado custo de implantação e operação destes métodos é um dos principais motivos para seu emprego no Brasil (VON SPERLING, 2014).

Cumprir destacar que, independente do método aplicado, ao final o produto resultante do tratamento de águas residuárias é encaminhado a corpos d'água receptores. Assim, o grau de tratamento a ser adotado depende da qualidade do produto a ser lançado, com base em parâmetros definidos por leis e normativas em vigor.

Racionalização do consumo e reuso da água

Recurso vital aos seres humanos e ao meio ambiente, a água deve ser utilizada de modo a não comprometer sua disponibilidade para as gerações futuras. Com o aumento da demanda e a intensificação dos processos de poluição, a escassez de recursos hídricos é um dos grandes desafios para o desenvolvimento humano. Para amenizar esta situação, há diversas medidas que podem ser adotadas, destacando-se a racionalização do consumo e o reuso de água e efluentes.

No que concerne ao uso racional da água, este tema é amplo e envolve diversas linhas de ação: desde mudança de hábitos e culturas a aspectos normativos e tecnológicos. Uma das práticas que tem se difundido mundialmente é a implantação de programas de conservação e uso racional da água, visando atender à demanda tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo. Silva (2006) complementa ao destacar a relevância da verificação das condições de funcionamento dos componentes e infraestrutura, uma vez que os vazamentos podem causar elevado desperdício de água.

O primeiro passo para a racionalização do consumo de água é a gestão da demanda visando reduzir desperdícios. Outra alternativa é a gestão da oferta, sendo o reaproveitamento hídrico uma fonte alternativa para determinados fins. Ao final, a

reciclagem pode ser adotada na gestão das águas servidas, com sua recuperação qualitativa por meio de procedimentos físico-químicos (ANA *et al.*, 2005). Quanto ao reuso dos recursos hídricos, destacam-se duas técnicas: o reemprego direto do efluente em processo subsequente, cujo padrão da água a ser utilizada corresponde às características originais do efluente; e a utilização do efluente previamente submetido a um processo de tratamento. Aconselha-se o reuso direto de efluentes, pois esta prática minimiza o consumo de água e o volume de efluente a ser tratado (MIERZWA & HESPANHOL, 2005).

Cumprir salientar que a implantação de técnicas de reuso deve considerar limitações técnicas, operacionais e econômicas, sendo o principal fator limitante a qualidade requerida. Exemplo disso é a aplicação da água de reuso na irrigação: como esta medida pode alterar a caracterização físico-química do solo em questão, deve ser acompanhada de ações de gestão e monitoramento (VARALLO *et al.*, 2010). Já em locais com insuficiência de recursos hídricos, o reuso de efluentes tratados pode solucionar conflitos de uso e restrições de consumo. Esta seria uma solução para a atual crise hídrica em São Paulo – a qual fora prevista há anos por especialistas, tais como HESPANHOL (2008).

Educação ambiental e relação entre usuário e ambiente construído

De acordo com a Lei Federal nº 9.795/1999, a educação ambiental é um processo de conscientização da problemática ambiental e de busca de soluções para a coexistência do homem e meio ambiente, baseado no ensino abrangente e interdisciplinar. O art.10 desta lei define que a educação ambiental deve ser uma prática contínua e permanente de ensino, e não apenas uma disciplina específica do currículo universitário. Além disso, o ensino superior deve abranger a ética ambiental das atividades profissionais a serem desenvolvidas. Outra característica da educação ambiental é a abordagem em várias escalas (local, regional e global) e no raio de alcance na sociedade, indo além das fronteiras espaciais da universidade.

A educação ambiental insere-se no planejamento estratégico governamental por meio do emprego de ações educativas voltadas à proteção, recuperação e melhoria socioambiental como instrumentos para mudanças socioculturais. Este mecanismo é uma forma de reverter a ineficiência na aplicação das leis, bem como a inoperância de políticas institucionais e movimentos sociais voltados à consolidação da cidadania entre segmentos sociais excluídos (Ministério do Meio Ambiente [MMA], & Ministério da Educação [MEC], 2005).

Sabe-se da importância da utilização de métodos práticos e interativos na educação ambiental. Além do ensino tradicional, as experiências de campo



são fundamentais para a consolidação do aprendizado. Esta fórmula visa aproximar as práticas educativas da realidade, de forma que o estudante visualize a aplicação dos conhecimentos adquiridos em seu exercício profissional (PELICONI, CASTRO, & PHILIPPI, 2005).

A fundamentação de uma proposta educacional democrática pressupõe o exercício da participação social. Para construir novos valores, é necessária uma mudança significativa nas práticas e no cotidiano da vida social. Nesse contexto, a Educação Ambiental deve substituir o comportamento individualista pela articulação com movimentos sociais, por meio da participação social e da cidadania, integrando a questão ambiental à esfera pública (CARVALHO, 1991 *apud* LIMA, 1999).

METODO

Para subsidiar esse trabalho, inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico dos condicionantes legais, técnicas de tratamento, racionalização do consumo e papel da educação ambiental. O principal objetivo do levantamento bibliográfico apresentado é o aprimoramento de ideias, configurando assim uma pesquisa exploratória. Na elaboração da fundamentação teórica, foram adotados diversos procedimentos técnicos para levantamento de dados, destacando-se as pesquisas bibliográfica e documental.

Na pesquisa bibliográfica, as informações são coletadas a partir de material previamente elaborado, tais como livros e artigos científicos (GIL, 2002). Para subsidiar o estudo sobre o tratamento de águas residuárias e a gestão dos recursos hídricos no Câmpus da Unila, foram elencados os principais condicionantes legais relacionados e algumas técnicas de tratamento e de racionalização do consumo e do reuso da água. Além disso, também foi abordada a sustentabilidade no ambiente construído e a importância da Educação Ambiental na relação entre usuário e edificação.

A pesquisa documental assemelha-se à pesquisa bibliográfica, mas baseia-se em materiais que ainda não foram organizados de forma analítica (GIL, 2002). No trabalho em questão, realizou-se um estudo da documentação do projeto executivo do Câmpus, principalmente do projeto hidrossanitário e itens de

sustentabilidade das edificações. Considerando o caráter inédito do estudo deste material, e como a obra do Câmpus está em andamento, há a possibilidade de revisão do projeto com base nos resultados deste trabalho.

Caracterização da área de estudo

Em Foz do Iguaçu, o Rio Iguaçu demarca a fronteira entre Brasil e Argentina e o Rio Paraná é a divisa entre Brasil e Paraguai. O Rio Iguaçu é o maior Rio do Estado do Paraná: nasce na Região Metropolitana de Curitiba, forma as Cataratas do Iguaçu e na sequência deságua no Rio Paraná. Este, por sua vez, nasce entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul e deságua no Rio da Prata, na Argentina (MAACK, 1981). Apresentando grande potencial hidráulico, o Rio Paraná alimenta a Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional.

O Município de Foz do Iguaçu divide-se em duas Unidades Hidrográficas: ao sul, a Unidade do Baixo Iguaçu concentra a urbanização; ao norte, a Unidade do Paraná 3 compreende as localidades de urbanização recente e parte da Represa do Rio Paraná, responsável pela geração de energia na Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional e pelo abastecimento hídrico da cidade (SUDERHSA, PARANÁ, & SEMA, 2009).

No que diz respeito à gestão dos recursos hídricos, o Plano Municipal de Saneamento Básico apresenta os seguintes dados: no início de 2012, o sistema de abastecimento de água atendia à totalidade da população urbana do município, enquanto o sistema de esgotamento sanitário, a 66,0%. O lago da barragem de Itaipu e o Rio Tamanduá são os mananciais utilizados para abastecimento de água. Quanto ao tratamento de esgoto, a cidade dispõe de cinco Estações de Tratamento de Águas Residuárias (ETAR): Beira Rio, Iate Clube, Jupira, Ouro Verde e Três Lagoas (PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU, 2012).

A instalação da Unila em Foz do Iguaçu reforça o caráter integrador da universidade, uma vez que a Tríplice Fronteira facilita a disseminação do desenvolvimento e a aplicação de novas metodologias de ensino. O local de implantação do Câmpus é apresentado na Figura 1:



Figura 1: Foto aérea da construção do Câmpus da Unila.
Fonte: adaptado de Google Maps (2012) acesso em 14.jul.2013.

Criada em 12 de janeiro de 2010, a Unila tem como missão contribuir para a integração solidária e a construção de sociedades mais justas na América Latina e Caribe, por meio da geração, transmissão, difusão e aplicação de conhecimentos (UNILA, 2012). A realização desta missão pressupõe o Princípio da Indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão, previsto no art. 207 da Constituição (BRASIL, 1988). Esta é a base para fortalecer as ações de aprender, ensinar e formar cidadãos aptos ao exercício profissional.

Desde sua concepção, a Unila é uma universidade inovadora. A implantação em região trinacional reforça o caráter de universidade sem fronteiras, favorecendo a disseminação do desenvolvimento e a aplicação de novas metodologias. Em paralelo, o fato dos alunos e professores serem oriundos de diversos países traz um grande enriquecimento cultural à Universidade (Instituto

Mercosul de Estudos Avançados [IMEA] & UNILA, 2009).

A Unila está em construção. Não só pela obra do Câmpus em andamento, mas também pelo incipiente processo de institucionalização. A implantação desta Universidade singular, de caráter cosmopolita e embrionário, é um grande desafio.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Apresentação do projeto e da obra do Câmpus

De autoria do arquiteto Oscar Niemeyer, o projeto do Câmpus da Unila é composto por nove edificações (Diretório, Prédio de Aulas, Restaurante, Biblioteca, Laboratórios, Teatro, Recepção, Edifício Central e Sala de Conselho), além de ambientes subterrâneos (Central de Utilidades, Galeria Técnica), totalizando cerca de 145 mil m² (Figura 2).



Figura 2: Vista geral ilustrativa do Câmpus da Unila.
Fonte: Adaptado de Oscar Niemeyer Arquitetura e Urbanismo Ltda (2011).

O Câmpus da Unila situa-se em uma gleba de 45,7 hectares, originalmente utilizada por Itaipu como área de empréstimo de terra para a construção da barragem. As edificações do Câmpus distribuem-se em uma grande esplanada nivelada a 177,30m, cota definida em função da compensação entre corte e aterro.

Iniciada em julho de 2011, a primeira etapa do Câmpus abrange a construção total do Restaurante e Central de Utilidades, e execução parcial do Edifício Central, Prédio de Aulas e Galeria Técnica. A conclusão das demais estruturas ocorrerá na sequência (UNILA, 2015). A Figura 3 expõe uma vista geral da obra, registrada em 07 de fevereiro de 2015:



Figura 3: Foto aérea da obra do Câmpus da Unila.
Fonte: Pereira (2015).

Infelizmente a primeira etapa da obra do Câmpus foi interrompida em junho de 2014, com aproximadamente 40% dos serviços executados. As obras foram retomadas em janeiro de 2017, visando exclusivamente proteger as estruturas das edificações e evitar a deterioração do que já foi construído. O prazo de conclusão para esses serviços paliativos é de dez meses.

A contratação fracionada de serviços configura uma alternativa para contornar a atual contingência orçamentária do governo federal. Com o cenário atual, não há uma definição de prazo para concluir a construção do campus como um todo.

Explicação sobre os mecanismos de gestão de uso, tratamento e reúso da água



O projeto do Câmpus da Unila conta com diversos mecanismos de gestão de recursos hídricos, que possibilitam a redução do consumo e o reaproveitamento da água. Em linhas gerais, os principais mecanismos estão resumidos no Quadro 1:

Quadro 1 - Principais mecanismos de gestão de uso e reuso da água no Câmpus da Unila.

Especialidade	Mecanismo de Gestão de Uso e Reuso da Água	Vantagem
Água pluvial	Reaproveitamento da água pluvial na irrigação	Economia de água
Água fria	Torneiras e válvulas com acionamento automático	Economia < 70%
Água fria	Arejadores articulados nas torneiras das copas	Fluxo de água uniforme
Água quente	Aquecimento solar da água de chuveiros	Economia energética
Esgoto	Sanitários equipados com esgoto à vácuo	Economia > 80%

Fonte: Adaptado de Oscar Niemeyer Arquitetura e Urbanismo Ltda (2011).

A água de chuva é coletada nas coberturas das edificações, por meio de ralos especiais de alta vazão. A água de condensação dos condicionadores de ar também é captada e conduzida ao sistema de drenagem de águas pluviais, sempre que possível. O volume captado passa por um tratamento preliminar de filtração e na sequência é armazenado em seis reservatórios de 140m³. Este recurso é reaproveitado na manutenção das áreas externas, áreas verdes e espelhos d'água. Quanto à eficiência energética no aquecimento de água, um sistema de termo-accumulação complementado por aquecimento solar alimenta as pias e lavatórios da cozinha do Restaurante, bem como os chuveiros dos vestiários e

camarins do Teatro (PROJETOS DE ENGENHARIA MODERNA, 2009).

Para diminuir o volume de águas cinzas, as torneiras dos lavatórios têm acionamento automático temporizado, que libera apenas a quantidade de água necessária ao uso e apresenta uma economia de até 70%; já as torneiras das pias das copas são equipadas com arejadores articulados, que mantêm o fluxo da água uniforme. Quanto às águas negras, as válvulas dos mictórios têm acionamento automático eletrônico por sensor, proporcionando uma economia hídrica de até 60% (PROJEM, 2009). Esses mecanismos são ilustrados na Figura 4:



Figura 4: Torneira Decamatic (1170.C), torneira Izy (1167.C37) e válvula Decalux (2780.C.INX).
Fonte: Adaptado de Deca (2015).

No sistema de esgotamento do Câmpus, os sanitários utilizam o mecanismo de esgotamento a vácuo. O acionamento da descarga abre uma válvula da bacia sanitária; a diferença entre a pressão atmosférica e a baixa pressão da tubulação suga os dejetos, e após, um jato de 1,2L de água pressurizada limpa a bacia sanitária. Este sistema proporciona uma economia de água superior a 80%, sendo altamente

recomendado para locais com uso intensivo dos sanitários, tais como aeroportos e universidades (Figura 5). A instalação primária de esgoto recebe o efluente das bacias sanitárias e caixas emergenciais (sistema de esgotamento da Galeria Técnica), o qual é encaminhado à central de vácuo e na sequência, é lançado na rede pública (PROJEM, 2009).

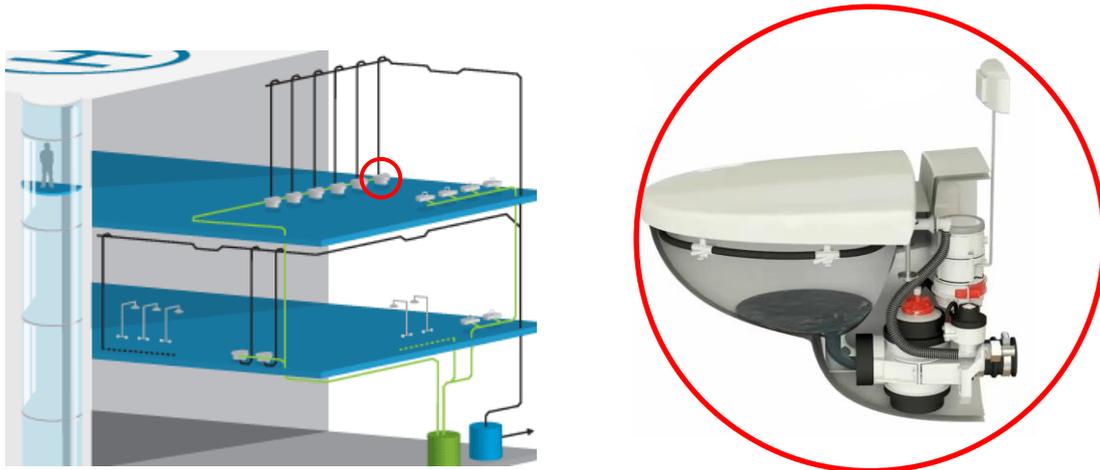


Figura 5: Desenho esquemático do sistema a vácuo e detalhe da bacia sanitária.
Fonte: Adaptado de Evac (2015).

A instalação secundária de esgoto recebe o efluente proveniente de lavatórios, pias, chuveiros e mictórios das edificações, bem como de drenos dos condicionadores de ar (exceto subsolo do Edifício Central, Centro de Recepção e Sala do Conselho, cujo efluente é conectado ao sistema a vácuo em função de distâncias elevadas *versus* declividade). Após, o efluente é encaminhado à ETAR do Câmpus, por meio de seis estações elevatórias, sendo duas no Laboratório, uma na Biblioteca, uma no Restaurante, uma no Teatro (todas com vazão de 15m³/h) e uma no Prédio de Aulas (com vazão de 30m³/h; recebe também a contribuição do Edifício Central). O efluente das pias das copas e cozinhas é encaminhado a caixas de gordura duplas, sendo uma no Edifício Central e duas no Restaurante. Nos Laboratórios, o efluente vai para uma caixa separadora de óleo antes de ser encaminhado à ETAR do Câmpus (PROJEM, 2009).

No tratamento primário, a retenção de sólidos é realizada por meio de grelhas fabricadas em barras de aço com espaçamento de 10 mm. No sistema de filtração, são previstos dois poços de recalque, duas bombas e dois filtros de areia (PROJEM, 2009).

Para abreviar os picos de vazão e alimentar o sistema de tratamento secundário em momentos de pequena vazão, foram previstos dois tanques de equalização em concreto enterrado. Internamente a cada tanque, há um cesto com limpeza manual e duas bombas submersas, de 4,3m³/dia. Há também dois reatores biológicos aeróbios de 3,6m³ cada, para oxidação de matérias orgânicas, e um sistema de filtração composto por poço de recalque, bomba submersível e filtros de areia, para reduzir os sólidos em suspensão e eventuais micro-organismos (PROJEM, 2009).

Finalmente, o tratamento terciário é realizado por meio de um sistema de desinfecção por cloro, com a função de eliminar os micro-organismos e viabilizar o reaproveitamento da água em mictórios e bacias sanitárias. A água de reuso é armazenada em dois reservatórios situados no Edifício Central (72m³/reservatório), e em dois localizados na Central de Utilidades (230m³/reservatório) (PROJEM, 2009).

Proposta de implantação formal de um polo de educação ambiental na Unila

Este trabalho apresentou uma breve análise do sistema de tratamento de águas residuárias e dos demais sistemas de gestão de uso e reuso da água do Câmpus da Unila. A eficácia dos sistemas e mecanismos economizadores está diretamente relacionada ao uso adequado das instalações. Assim, o usuário desempenha um papel fundamental em seu dia-a-dia, sendo o protagonista da racionalização do consumo. Esta medida é um pressuposto ao retorno do investimento em tecnologias sustentáveis. Para conscientizar os consumidores, propõe-se a implantação formal de um polo de educação ambiental na Unila, uma vez que o caráter internacional desta universidade potencializa ainda mais o processo de disseminação do conhecimento.

Nesse contexto, um resultado dessa pesquisa foi a elaboração do cartaz de boas práticas na gestão da água (Figura 6). Esse instrumento visa estimular o consumo consciente e divulgar as ações de educação ambiental a serem desenvolvidas no Câmpus da Unila.

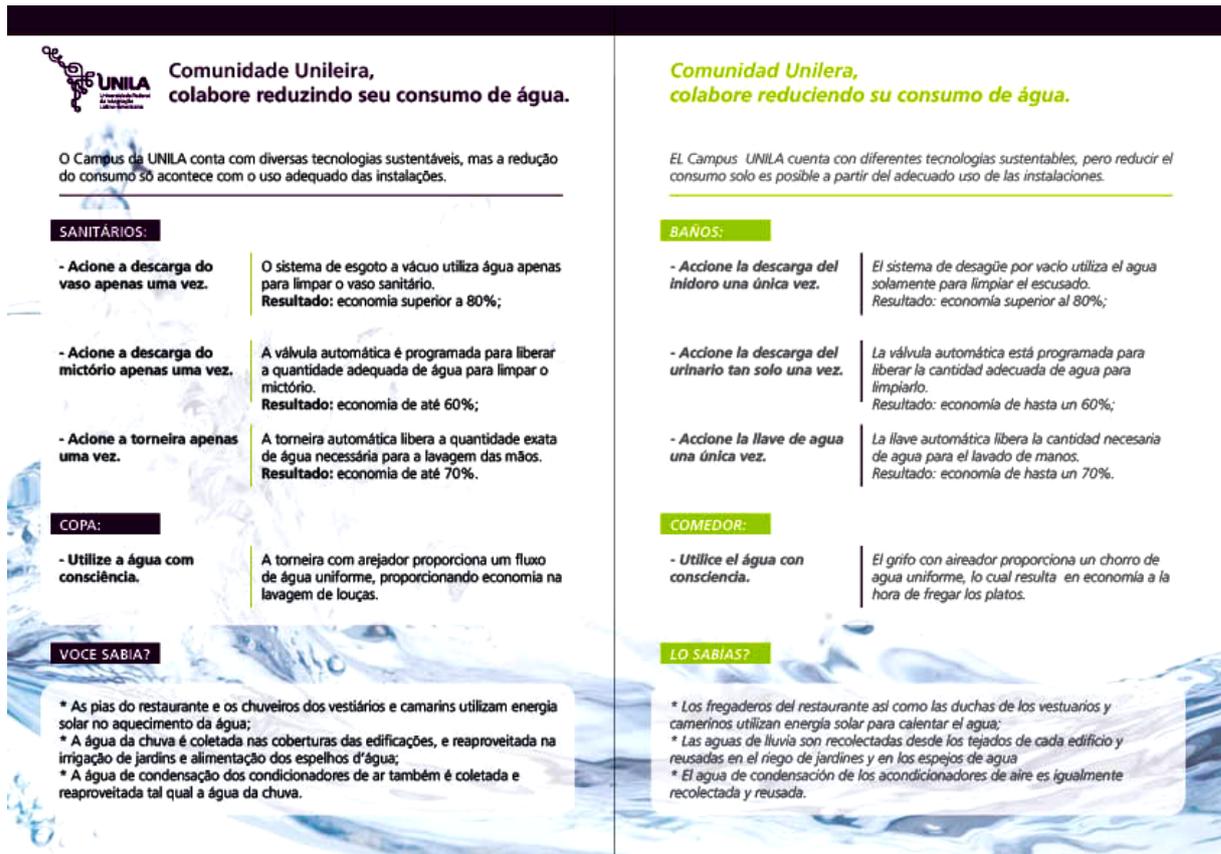


Figura 6: Cartaz de boas práticas na gestão da água.
Fonte: dados dos autores (2015).

Visando atingir a totalidade da comunidade acadêmica da Unila, o cartaz é bilíngue e de fácil compreensão. Paralelamente, a abordagem de aspectos técnicos da infraestrutura do Câmpus instiga o usuário a entender o funcionamento dos sistemas construtivos adotados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto do Câmpus da Unila experimenta, exemplifica e divulga novas técnicas construtivas, configurando um excelente objeto de estudo a ser utilizado no processo de ensino-aprendizado voltado à educação ambiental. O emprego de modernas tecnologias pressupõe a sensibilização dos usuários quanto à utilização da água e à geração de efluentes, de forma que o elevado investimento inicial em infraestrutura seja compensado pelo consumo consciente, otimização do uso e reaproveitamento dos recursos naturais.

A educação ambiental é um pressuposto à difusão da sustentabilidade. Nesse contexto, o cartaz de boas práticas na gestão da água é apenas um exemplo de ação voltada à conscientização ambiental. Caso a Unila seja efetivamente instituída como um polo de educação ambiental, sugere-se o desenvolvimento de outras ações ligadas ao ensino,

pesquisa e extensão, preferencialmente voltadas à comunidade local.

A Universidade é por vocação, um espaço de desenvolvimento e intercâmbio de idéias, cuja missão primordial é formar pessoas. No caso da Unila, a diversidade de nacionalidades que compõem a comunidade acadêmica potencializa ainda mais a disseminação do conhecimento. Para dar continuidade ao desenvolvimento deste trabalho, iniciativas relacionadas à conscientização ambiental podem ser replicadas em campanhas de abrangência internacional, favorecendo assim a construção de sociedades que convivam em equilíbrio com o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Secretaria de Implantação do Câmpus da Unila, em especial aos engenheiros Manoel José da Costa Barros e Ademar Sérgio Fiorini, pelo fornecimento de informações relativas ao projeto do Câmpus da Unila. Agradecem também à Fanni Rodrigues Pucci e Wladimir Geraldo Rodrigues Antunes, pela elaboração do cartaz bilíngue de boas práticas na gestão da água.



REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, & Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo (2005). *Conservação e reuso de água em edificações*. São Paulo: Prol Editora Gráfica.
- Agência Nacional de Águas (2008). *Relatório de atividades: 2008*. Brasília: ANA.
- _____. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em: 7 set. 2015.
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 05.out.1988. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>> Acesso em: 27 jun. 2015.
- _____. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 09.jan.1997. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>> Acesso em: 6 jul. 2015.
- _____. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 28.abr.1999. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>> Acesso em: 17 ago. 2015.
- _____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento do Recursos Hídricos, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 18.jul.2000. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>> Acesso em: 7 set. 2015.
- _____. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 05.jan.2007. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>> Acesso em: 7 set. 2015.
- Deca. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>> Acesso em: 20 set. 2015.
- Di Pietro, M. S. Z. (2004). *Direito Administrativo*. São Paulo: Atlas.
- Evac. Disponível em: <<http://www.evac.com>> Acesso em: 3 ago. 2015.
- Franco, M. A. R. (2001). *Planejamento ambiental para a cidade sustentável*. São Paulo: Annablume / Fapesp / Universidade Regional de Blumenau – Urb.
- GIL, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Google Maps. Disponível em: <<http://maps.google.com.br>> Acesso em: 14 jul. 2013.
- Instituto Mercosul de Estudos Avançados, & Comissão de Implantação da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (2009). *A Unila em construção: um projeto universitário para a América Latina*. Foz do Iguaçu: IMEA.
- Hespanhol, I. (2008). Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. *Estudos Avançados*, 22(63), 131-158.
- Instituto Trata Brasil (2014). *Ranking do Saneamento – resultados com base no SNIS 2012*. São Paulo: GO Associados.
- Jordão, E. P., & Pessoa, C. A. (2014). *Tratamento de esgotos domésticos*. Rio de Janeiro: ABES.
- Maack, R. (1981). *Geografia Física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: José Olímpio.
- Mierzwa, J. C., & Hespanhol, I. (2005). *Água na Indústria: uso racional e reuso*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Ministério do Meio Ambiente, & Ministério da Educação (2005). *Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA*. Brasília: MMA.
- Mota, S. (2012). *Introdução à Engenharia Ambiental*. Rio de Janeiro: ABES.
- Mukai, T. (coord.) (2007). *Saneamento Básico: Diretrizes Gerais – Comentários à Lei nº 11.445 de 2007*. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris.
- Lima, G. F. da C. (1999). Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. *Ambiente & Sociedade*, 2(5), 135-153.



- Oscar Niemeyer Arquitetura e Urbanismo S.A. (2011). *Projeto Arquitetônico do Câmpus da Universidade Federal da Integração Latino-Americana*. Rio de Janeiro.
- Paraná. Decreto n.º 5.361, de 26 de fevereiro de 2002. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Paraná*, Curitiba, 27.fev.2002. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br>> Acesso em: 7 set. 2015.
- _____. Decreto n.º 7.348, de 21 de fevereiro de 2013. Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Paraná*, Curitiba, 21.fev.2013. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br>> Acesso em: 7 set. 2015.
- _____. Lei n.º 12.726, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de recursos Hídricos e adota outras providências. *Diário Oficial do Estado do Paraná*, Curitiba, 29.nov.1999. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br>> Acesso em: 7 set. 2015.
- Peliconi, M.C.F., Castro, M. L., & Philippi, A. (2005). A universidade formando especialistas em educação ambiental. *Educação Ambiental e Sustentabilidade*. Barueri: Manole.
- Pereira, V. S. *Foto aérea da obra do Câmpus da Unila*. 07.fev.2015.
- Pompeu, C. T. (1999). Águas doces e o direito brasileiro. In: Braga, B., Rebouças, A. C., & Tundisi, J. G. (org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras.
- Porto, M. F. A., & Porto, R. L. (2008). Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22(63), 43-60. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004&lng=en&nrm=isso> Acesso em: 30 mar. 2015.
- Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (2012). *Plano Municipal de Saneamento Básico*. Foz do Iguaçu: Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu.
- Projetos de Engenharia Moderna Ltda. (2009). *Projetos Complementares do Câmpus da Universidade Federal da Integração Latino-Americana*. Rio de Janeiro.
- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>> Acesso em: 7 set. 2015.
- Setti, A. A., Lima, J. E. F. W., Chaves, A. G. M. C., & Pereira, I. C. (2000). *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas.
- Silva, S. M. N. In: Tsutiya, M. T. (org.). (2006). *Abastecimento de água*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. (2014). *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2013*. Brasília: Ministério das Cidades.
- Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental; Governo do Estado Paraná; Secretaria Estadual de Meio Ambiente (2009). *Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos*. Curitiba: SUDERHSA.
- Universidade Federal da Integração Latino-Americana (2012). *Estatuto da Universidade Federal da Integração Latino-Americana*. Portaria N.º 32, de 11 de Abril de 2012. Brasília: Diário Oficial da União.
- _____. Disponível em: <<http://www.unila.edu.br>> Acesso em: 26 mai. 2017.
- Varallo, A. C. T., Carvalho, L., Santoro, B. L. & Souza, C. F. (2010). Alterações nos atributos de um latossolo vermelho-amarelo irrigado com água de reuso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14, 372-377.
- Veiga, B. G. A. (2007). *Participação Social e Políticas Públicas de Gestão das Águas: Olhares sobre as experiências do Brasil, Portugal e França*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Von Sperling, M. (2014). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: DESA-UFMG.