



Universidade de Brasília
Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico

Reúso-DF

Metodologia para uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica para o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais do Distrito Federal

RELATÓRIO TÉCNICO 4/2017

Relatório técnico apresentado para a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
Convênio ADASA/UnB – DODF: 197.000.977/2015

Autoria
Daniel Richard Sant’Ana

Abril de 2017



Universidade de Brasília

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico

Coordenação: Daniel Richard Sant'Ana
Chenia Rocha Figueiredo Ávila

Pesquisadores Sênior: Marco Antonio Almeida de Souza
Pierre Mazzega Ciamp

Pesquisadores: Bruna Valverde de Moraes
Claudiana Lopes Maciel
Gabriel França Neves
Karla Cristina Ferreira Alvares
Lídia Batista Pereira Medeiros
Miguel de Almeida Pereira
Natália Totugui de Miranda
Paula Maria Santana
Susanna Almeida dos Santos

Apoio Técnico: Francisco Neto da Silva Junior
Valmor Cerqueira Pazos

Sumário

Apresentação	2
1. Introdução	5
2. Justificativa	7
3. Objetivos	10
4. Metodologia	11
4.1. Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais.....	11
4.2. Elaboração de Material Didático para Edificações Não-Residenciais.....	12
5. Resultados Esperados.....	14
Referências Bibliográficas	15

Apresentação

Aproveitar a água da chuva de telhados ou até mesmo reutilizar água do enxague de máquinas de lavar roupa para molhar jardins e lavar pisos, é uma prática comum que vem sendo realizada há anos em muitas residências brasileiras de maneira rústica, como alternativa para reduzir os gastos com a conta de água. No desenrolar das últimas duas décadas, houve um aumento na procura e na oferta de sistemas hidráulicos que facilitem o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em diversos usos não-potáveis nas mais variadas tipologias de edificações. No Brasil, a comercialização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas iniciou-se no começo dos anos 2000 e, mesmo com uma viabilidade ainda não-comprovada, observamos, a cada ano, edificações implementando estes sistemas prediais de água não-potável em prol da sustentabilidade.

Dessa maneira, surge um novo modelo de abastecimento descentralizado no país, que faz uso de fontes alternativas de água em usos não-potáveis. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas são capazes de promover reduções significativas no consumo predial e de garantir um abastecimento contínuo nas principais atividades consumidoras de água em caso de cortes no abastecimento público - como foi observado na crise hídrica de 2014 que assolou a região sudeste do país. Esta medida, tomada em larga escala, é capaz de reduzir os impactos gerados pela exploração de recursos hídricos. Se de um lado, a prática do aproveitamento e do reúso de água é impulsionada por questões relativas à baixa disponibilidade hídrica e pelo constante aumento na demanda por água, de outro lado, seus custos de investimento podem gerar uma barreira para sua implementação.

Apesar da ausência de incentivos fiscais e econômicos para subsidiar uma rápida disseminação destas tecnologias, o poder legislativo e os órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) vêm apresentando uma série de leis e resoluções que estimulam, direta ou indiretamente, o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de água em edificações. Como por exemplo, a Resolução nº 54/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que oferece um respaldo legal para a prática do reúso de água no ambiente construído. Ou no caso do Distrito Federal, com Leis Distritais que tornam obrigatório a captação, armazenamento e utilização das águas pluviais em novas construções urbanas para a concessão de habite-se.

Com isso, gestores públicos vêm direcionando sua atenção a essa nova realidade com o intuito de avaliar o nível de contribuição que estas tecnologias são capazes de promover nos serviços de saneamento e na gestão sustentável de recursos hídricos. O sucesso destes sistemas depende, não apenas de fatores econômicos, mas também da saúde e bem-estar de usuários, que está diretamente ligada aos critérios de segurança e qualidade de água, operação e manutenção do sistema hidráulico. Em prática, observa-se que proprietários, empreiteiros, projetistas e gestores prediais têm tido relativamente pouca orientação sobre os cuidados necessários para o aproveitamento de águas pluviais e para o reúso de águas cinzas em edificações, o que dificulta a tomada de decisões sobre a seleção e concepção dos sistemas, podendo levar, à sua rejeição ou a uma instalação predial inadequada.

Este documento é o segundo de uma série de relatórios resultantes do projeto de pesquisa *Reúso-DF*, fruto de um convênio entre a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito

Federal – ADASA e a Universidade de Brasília – UnB, que busca verificar a viabilidade de sistemas prediais voltados ao aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas nas diferentes tipologias edilícias do Distrito Federal. O projeto de pesquisa *Reúso-DF* está dividido em duas fases para uma análise de viabilidade de diferentes sistemas prediais de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas em diversas tipologias de edificações urbanas, categorizadas de acordo com sua função:

- **Fase I: Edificações Residenciais**
 - Edificações Residenciais Unifamiliares
 - Edificações Residenciais Multifamiliares
- **Fase II: Edificações Não-Residenciais**
 - Edificações Hoteleiras
 - Edificações Comerciais
 - Edificações de Escritórios
 - Edificações de Ensino
 - Edificações de Saúde
 - Edificações de Transporte
 - Edificações Industriais

Os resultados desta pesquisa servirão de respaldo para regulamentação e uma possível normatização desta prática, apresentando subsídios técnicos para a construção de uma política pública voltada à gestão da demanda urbana de água, desenvolvimento de um guia de boas-práticas e ferramentas *online* que possam auxiliar a população geral na tomada de decisões para a implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas.

Dentro deste contexto, este relatório técnico apresenta resultados parciais da primeira fase do projeto *Reúso-DF*, que tem como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (AAP) e de reúso de águas cinzas (RAC) em edificações residenciais do Distrito Federal.

Água pluvial, ou água de chuva, é um recurso renovável que abastece, direta ou indiretamente, reservatórios, rios e aquíferos com água doce. O aproveitamento de águas pluviais é um conceito simples, que, ao invés de deixar escoar, a água da chuva captada por uma superfície impermeável é armazenada e utilizada como fonte alternativa de abastecimento. O termo ‘reúso’ ou ‘reutilização’ é popularmente usado para expressar o aproveitamento de águas pluviais em edificações. Porém, é importante ressaltar que águas pluviais não são submetidas ao reúso, pois ainda não foram utilizadas. Em função da qualidade da água, este projeto tem foco na captação de águas pluviais de coberturas para aproveitamento em usos não-potáveis.

Águas cinzas são efluentes gerados nos processos de limpeza e lavagem. O reúso de águas cinzas é um conceito que está relacionado ao reaproveitamento de efluentes domésticos com baixo grau de contaminação, provenientes de chuveiros, lavatórios e lavanderia. Efluentes de pias de cozinha e máquinas de lavar louças contém um alto índice de carga orgânica de restos de comida e de gordura, o que exige um tratamento elevado para seu reúso – o mesmo tipo de tratamento voltado para o reúso de águas residuárias. Portanto, os efluentes dessas fontes foram desconsiderados para análise, por

fugir do escopo da pesquisa. Este relatório não contém informações relativas ao tratamento de águas residuárias para reúso não-potável.

O estudo tem como foco para análise, sistemas AAP e RAC descentralizados, que realizam o aproveitamento de águas pluviais ou de reúso de águas cinzas a nível da edificação, e desconsidera sistemas centralizados de grande escala – estações de tratamento para abastecimento público. Vale a pena ressaltar que águas pluviais e águas cinzas, podem passar por processos de tratamento de água capazes de alcançar níveis de potabilidade para consumo humano segundo critérios estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Porém, dadas as restrições estabelecidas pela Lei Federal nº 11.445/2007, que proíbe a ligação de fontes alternativas de abastecimento de água em instalações prediais urbanas conectadas à rede pública, este relatório não aborda esta temática.

Esta investigação, de caráter imparcial, não pretende recomendar ou desacreditar qualquer tipo de sistema em particular, mas sim, de fornecer informações e orientações gerais para apoiar na tomada de decisões voltadas para a regulamentação da prática do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas.

1.Introdução

Água é o recurso mais precioso deste planeta; sustentá-lo, é preservar a vida. Nosso planeta possui uma quantidade finita de água doce própria para consumo equivalente a 35 milhões de km³, ou seja, apenas 2,5% do volume mundial. Considerando o fato de que 68,7% da água doce mundial encontram-se nas calotas polares (24 milhões de km³), e que três quartos de suas fontes renováveis são escoados ou perdidos durante enchentes, apenas 90.000 km³ (0,26%) de água doce mundial está de fácil acesso para ecossistemas e consumo humano (SHIKLOMANOV, 1993).

Os recursos hídricos fornecem à humanidade, não apenas água para consumo e saneamento, mas também para a produção de alimentos, energia, recreação e bens de consumo industrializados (BIDLACK *et al.*, 2004). No entanto, na medida em que a população mundial cresce, o mesmo acontece com a demanda por água doce. A rápida expansão urbana, industrial e agrícola, tem levado à exploração demasiada e a degradação das reservas hídricas mundiais (UN-WATER, 2006; UNEP, 2006).

Tradicionalmente, os corpos d'água têm sido utilizados como receptáculos para a diluição e dispersão de resíduos industriais e esgoto doméstico. Como resultado, o volume de água doce para consumo humano está, a cada ano, sendo reduzida pela poluição (UN/WWAP, 2003). Apesar de ainda ser difícil prever os impactos climáticos provocados pelo aquecimento global sobre os recursos hídricos naturais, estima-se, um aumento de pelo menos 20% no estresse hídrico mundial (IPCC, 2001).

O ciclo da água é um processo natural que purifica e reabastece os corpos d'água, porém essa água é entregue onde a natureza determina, e não necessariamente onde precisa, nem nas quantidades desejadas. Apesar de o Brasil conter a maior reserva hídrica mundial, com uma disponibilidade equivalente a 33.000 m³/hab/ano, ela encontra-se desigualmente distribuída pelo país (ANA, 2007). Setenta por cento desse recurso encontra-se na região Norte do País, onde vivem apenas 7% da população brasileira. Ou seja, apenas trinta por cento das reservas hídricas do País estão disponíveis para 93% da população Brasileira. A alta densidade populacional ligada à baixa disponibilidade hídrica tem levado uma série de regiões brasileiras a alcançar níveis preocupantes de estresse hídrico (ANA, 2002).

O Distrito Federal começa a apresentar sinais de estresse hídrico. Segundo FALKENMARK & LINDH (1976 apud IPCC, 2001) uma região enfrenta estresse hídrico quando sua disponibilidade hídrica encontra-se abaixo de 1.700 m³/hab/ano e, de acordo com TUNDSI (2005), a disponibilidade hídrica do Distrito Federal é equivalente a 1.555 m³/hab/ano. Uma auditoria realizada pelo Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF) sobre a gestão de recursos hídricos revela que caso não seja tomada nenhuma providência, o Distrito Federal pode ter que lidar com problemas de falta de água para o abastecimento da região (TCDF, 2010).

Na medida em que a população cresce (IBGE, 2015), a capacidade hídrica para o abastecimento de água potável para a população do Distrito Federal está diminuindo, e novas fontes de água doce estão tendo que ser extraídas de regiões remotas. Evidentemente, isso é um sinal de que a disponibilidade dos recursos ofertados no Distrito Federal está se esgotando, ou pelo menos, se tornando menos abundante.

Aparentemente, a gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal está sendo baseada em uma abordagem focada exclusivamente na oferta, através da construção de novos sistemas produtores de água, conforme o aumento da demanda de água na região. No entanto, para obtermos uma gestão sustentável da água no Distrito Federal, é crucial ter uma abordagem mais integrada, incluindo estratégias conservadoras de água para o controle e a gestão da demanda de água.

2. Justificativa

O Distrito Federal vivenciou uma crise hídrica sem precedentes em sua história. A seca de 2016 reduziu drasticamente os níveis dos principais reservatórios do Distrito Federal, fazendo com que a Barragem do Descoberto, que abastece cerca de 65% da região, chegasse a menos de 20% de sua capacidade (ADASA, 2016). Como uma medida emergencial, iniciou-se um regime de racionamento por rodízio de abastecimento em algumas regiões do Distrito Federal e de reestruturação tarifária por contingência fiscal até que se alcance um nível satisfatório de água nos reservatórios para garantir a segurança hídrica da região (CAESB, 2016). Estas medidas de curto prazo, são paliativas ao verdadeiro problema sendo enfrentado. A realidade, é que o Distrito Federal apresenta uma disponibilidade hídrica limitada para sua crescente demanda por água.

Nos últimos anos, a concessionária vem operando no limite de sua capacidade de produção, sem margem de segurança. Evidentemente, qualquer aumento drástico no consumo de água ou redução significativa no regime de chuva, pode gerar um colapso em partes do sistema público de abastecimento. Ao atingir níveis preocupantes, grandes investimentos estão sendo realizados para a construção de novos sistemas produtores de água, elevando cada vez mais o volume de extração de água dos recursos hídricos locais. Para atender às necessidades da crescente demanda urbana, a concessionária local está promovendo a construção de novos sistemas produtores para captação de água no Ribeirão Bananal, Lago Paranoá e na Usina Hidroelétrica Corumbá IV (CAESB, 2014).

Observa-se, entretanto, que a gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal está focada em uma abordagem voltada para a oferta de água. Ou seja, na medida em que a demanda cresce, novas fontes hídricas são exploradas para suprir o consumo urbano de água. Está comprovado que a gestão focada apenas na exploração de fontes hídricas pode resultar em sérios danos ambientais e desperdício econômico de custo capital e operacional de novos sistemas produtores de água (HERRINGTON, 2006). Além de agredir o meio ambiente, a exploração de novas mananciais, cada vez mais distantes para atender demandas crescentes, geram custos adicionais à sociedade e às empresas de saneamento, elevando o volume de captação, tratamento e distribuição de água e pressionando o sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Torna-se imprescindível, neste momento, apresentar novas definições regulatórias para estimular a conservação de água pelo emprego de medidas que auxiliem o controle da demanda de água. Além de reduzir os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais, estratégias conservadoras de água são capazes de minimizar a pressão em sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, além de gerar economias relativas aos seus custos operacionais. Porém, com o intuito de subsidiar o processo de tomada de decisão regulatória, torna-se necessário analisar os prováveis benefícios, custos e efeitos de diferentes estratégias de conservação de água.

Segundo VICKERS (2001, p.5), estratégias de conservação de água são compostas por “*ferramentas específicas (tecnologias) e práticas (alteração do comportamento)... que resultam no uso mais eficiente da água*”. A autora argumenta que o emprego de tecnologias voltadas a conservação de água geralmente são mais confiáveis para a obtenção de economia e controle sobre a demanda de água.

Experiências internacionais demonstram que tecnologias voltadas ao uso não potável de água são capazes de promover reduções significativas no consumo de água em edificações, atuando como ferramentas de gestão no controle da demanda urbana de água (DIXON *et al.*, 1999; YANG e ABBASPOUR, 2007).

Sistemas prediais de água não potável fazem uso de fontes alternativas de água promovendo um abastecimento alternativo em usos que não oferecem riscos à saúde humana em edificações. Dentre diferentes fontes alternativas para abastecimento não potável, destacam-se as águas pluviais e as águas cinzas. Em geral, o aproveitamento de água pluvial é um conceito simples, que envolve a coleta, o armazenamento e o uso da água de chuva como uma fonte complementar de abastecimento predial. Já o reúso de águas cinzas, é um conceito que está relacionado à reutilização de efluentes domésticos com baixo grau de contaminação, como uma alternativa conservacionista para a redução do consumo de água potável em edificações.

Porém, segundo De Oreo *et al.* (1996), a avaliação do desempenho de diferentes estratégias de conservação de água é dependente da compreensão dos usos finais do consumo de água. Uma série de estudos foram realizados para caracterizar os usos-finais do consumo de água e sua conservação em edificações comerciais, institucionais e públicos no exterior (ex.: DZIEGIELEWSKI *et al.*, 2000; FARINA *et al.*, 2011; SURRENDRAN, S.; WHEATLEY, 1998; WAGGETT & AROTSKY, 2006). Essa caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações não-residenciais possibilitou uma série de investigações sobre o potencial de redução do consumo de água para uma série de estratégias conservadoras de água e os custos-benefícios envolvidos (GRIGGS *et al.*, 1998; HEANEY PASCHKE *et al.*, 2002; MADDAUS & MADDAUS, 2004).

Porém, apesar da vasta experiência internacional, a caracterização dos usos-finais do consumo de água no Brasil ainda está na sua infância e dados generalizáveis ainda não foram produzidos. Até aonde vai a literatura, a análise dos usos-finais do consumo de água em edificações não-residenciais no Brasil têm se limitado a padarias em São Paulo e Juazeiro (GOMEZ & ALVEZ, 2000), edifícios públicos (KAMMERS & GHISI, 2006) e escritórios (PROENÇA & GHISI, 2010) em Florianópolis. Os estudos voltados à conservação de água em edifícios não-residenciais têm sido limitados à identificação do potencial de redução do consumo de água em instituições de ensino (FASOLA *et al.*, 2011; MARINOSKI & GHISI, 2008; SILVA *et al.*, 2006), hospitais (ILHA *et al.*, 2006) e posto de gasolina (GHISI *et al.*, 2009).

Observa-se uma carência de dados específicos para os usos-finais do consumo de água em edificações não-residenciais das diferentes categorias do setor comercial, institucional e público. Segundo Vieira *et al.* (2007, p. 193), usos-finais do consumo de água podem variar de “país para país, de uma região para outra região e até mesmo de uma residência para outra”. Para tanto, torna-se imprescindível buscar dados referentes à realidade local encontradas no Distrito Federal.

Ao considerar a possibilidade de adaptar o estoque de edificações residenciais existentes em Brasília para o aproveitamento de água pluvial ou o reúso de águas cinzas como fonte alternativa de abastecimento de água não potável, torna-se imprescindível uma avaliação técnica, econômica e ambiental para averiguar sua viabilidade. Diferentes estudos em países desenvolvidos avaliaram os custos e benefícios para diferentes sistemas prediais de água não potável (ex. MUSTOW *et al.*, 1997;

BREWER *et al.*, 2001; ROEBUCK *et al.*, 2010). No entanto, esses países contêm uma realidade econômica favorável, diferente a de países em desenvolvimento.

A instalação de um sistema predial de água não potável exige um determinado nível de investimento por parte do proprietário do imóvel. Evidentemente, sistemas viáveis promoverão um retorno financeiro do investimento por meio das economias geradas pelas contas de água e esgoto. Mesmo assim, um alto custo de investimento pode desestimular proprietários, mesmo se o sistema for capaz de promover economias significativas pela conservação de água. Em prol da preservação dos recursos hídricos em busca de um desenvolvimento sustentável, ou até mesmo em situações de estresse hídrico, faz sentido promover ações que estimulem a conservação de água em edificações.

Por um lado, incentivos fiscais e financeiros aos proprietários que utilizam sistemas prediais de água não potável podem subsidiar uma rápida disseminação destas tecnologias. Por outro lado, uma cobrança adicional relativa ao tratamento dos efluentes gerados pelos sistemas, pode gerar uma barreira para implementação, ao desestimular proprietários a investirem nessas tecnologias. Como exemplo, o lançamento de efluentes não contabilizados pelo hidrômetro da unidade, como no caso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em descarga sanitárias ou lavagem de roupas, pode gerar um custo adicional para a concessionária.

Mas, se realizado em larga escala, o aproveitamento de águas pluviais ou o reúso de águas cinzas em edificações pode ser capaz de promover reduções significativas na demanda urbana de água e, conseqüentemente, nas despesas de exploração de recursos hídricos. Em outras palavras, as economias geradas pelas reduções na demanda de água podem servir de subsídio para políticas tarifárias voltadas à conservação de água.

3.Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é de analisar a viabilidade técnica, econômica, operacional e ambiental de sistemas prediais voltados ao aproveitamento de águas pluviais (AAP) e ao reúso de águas cinzas (RAC) em edificações não-residenciais do Distrito Federal. Mais especificamente, este estudo pretende:

- Apresentar os requisitos mínimos para a instalação predial e manutenção de diferentes sistemas AAP e RAC (viabilidade operacional);
- Identificar as possíveis configurações e instalações hidráulicas de sistemas AAP e RAC em novas edificações, assim como apresentar soluções para a adaptação de edificações existentes (viabilidade técnica);
- Estimar o potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e pelo reúso de águas cinzas em diferentes cenários de instalação predial (viabilidade ambiental);
- Realizar uma análise custo-benefício para os diferentes cenários, apresentando o período de retorno de investimento (*payback* simples), valor presente líquido e o custo incremental médio em R\$/m³ de água economizada (viabilidade econômica);
- Apresentar os possíveis impactos financeiros da concessionária;
- Oferecer os subsídios necessários para elaboração de publicações públicas ao projeto de lei/normativo relativo ao AAP e RAC da ADASA;
- Elaborar um material didático para ser publicado em forma de manual, cartilha, folder ou equivalente, em linguagem acessível ao grande público.

4. Metodologia

Com o intuito de atingir os objetivos traçados acima, a metodologia desta pesquisa está dividida em duas partes: i) Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais; e ii) Elaboração de material didático para edificações não-residenciais.

4.1. Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais

A análise de viabilidade de diferentes sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais será composta pelas seguintes etapas:

Viabilidade Operacional

Nesta etapa, será realizado um levantamento do estado da arte em sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas, considerando seus aspectos legais e normativos, saúde e segurança dos usuários, composição e instalações hidráulicas, tratamento, dimensionamento, critérios de qualidade da água para fins não-potáveis e de efluentes descartados nas redes urbanas e, com isso, apresentar os requisitos mínimos para instalações não-residenciais e manutenção de diferentes sistemas AAP e RAC.

Viabilidade Técnica

Como ponto de partida, será realizado um levantamento quantitativo das principais características tipológicas de edificações não-residenciais no Distrito Federal e, com isso, será possível compor um modelo representativo das principais edificações comerciais, institucionais, públicas e industriais para análise. Em seguida, será realizado um levantamento qualitativo para caracterizar os usos-finais de água das principais edificações comerciais, institucionais, públicas e industriais no DF. Estes indicadores de consumo serão inseridos em cada modelo representativo. Baseado no modelo representativo de cada tipologia edilícia, será analisado as possíveis configurações e instalações hidráulicas de sistemas AAP e RAC em novas edificações, assim como apresentar soluções para a adaptação de edificações existentes (viabilidade técnica) e, com isso, será possível montar diferentes cenários para análise.

Viabilidade Ambiental

Baseado nos modelos representativos desenvolvidos na Etapa 3.2, será realizado simulações do desempenho de diferentes sistemas AAP e RAC para identificar o potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas dentro de diferentes cenários de instalação (futuras edificações e edificações existentes). Ao extrapolar estes dados à escala urbana, será possível verificar, dentro do estoque de edificações não-residenciais do Distrito

Federal, as reduções dos impactos ambientais relativos ao abastecimento de água potável (reduções na vazão de extração de água dos recursos hídricos locais) e, conseqüentemente, do volume de esgoto produzido.

Viabilidade Econômica

Para cada cenário estabelecido na Etapa 3.2, será necessário estimar o custo capital, o custo operacional e as economias geradas pela instalação de diferentes sistemas AAP e RAC para uma análise custo-benefício apresentando o período de retorno de investimento (*payback* simples), seu valor presente líquido e o custo incremental médio em R\$/m³ de água economizada. Com isso, será possível identificar quais são os sistemas viáveis para cada tipologia não-residencial, apresentando indicadores de conservação de água. Ao extrapolar os resultados obtidos à escala urbana, os benefícios financeiros gerados na redução da demanda de água (custos relativos à produção e distribuição de água potável e da coleta e tratamento de esgotos) poderão ser verificados.

Políticas Tarifárias

Nesta etapa, será apresentado possíveis soluções referentes a adoção de políticas tarifárias sobre o aproveitamento de águas pluviais (ressarcimento da concessionária pelos serviços de tratamento do esgoto gerado a partir do efluente lançado no sistema urbano) e da adoção de tarifas diferenciadas voltadas ao estímulo do aproveitamento de água pluvial e reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais.

4.2. Elaboração de Material Didático para Edificações Não-Residenciais

A elaboração do material didático para edificações não-residenciais será composta pelas seguintes etapas:

Manual do Aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações Não-Residenciais

Com base no levantamento do estado da arte em sistemas de aproveitamento de águas pluviais e nos resultados da pesquisa, será elaborado o terceiro fascículo do material didático, ilustrado e com linguagem acessível ao público leigo a ser publicado pela ADASA com ISBN (eletrônico ou impresso), respeitando a autoria dos pesquisadores da UnB. Este material didático apresentará todos os critérios mínimos para a instalação predial e manutenção de diferentes sistemas AAP, assim como seus aspectos legais e normativos, de saúde e segurança dos usuários, composição e instalações hidráulicas, tratamento, dimensionamento, critérios de qualidade da água para fins não-potáveis e de efluentes descartados nas redes urbanas.

Manual do Reúso de Águas Cinzas em Edificações Não-Residenciais

Com base no levantamento do estado da arte em sistemas de reúso águas cinzas e nos resultados da pesquisa, será elaborado o último fascículo do material didático ilustrado e com linguagem acessível ao público leigo a ser publicado pela ADASA com ISBN (eletrônico ou impresso), respeitando a

autoria dos pesquisadores dos pesquisadores da UnB. Este material didático apresentará todos os critérios mínimos para a instalação predial e manutenção de diferentes sistemas AAP, assim como seus aspectos legais e normativos, de saúde e segurança dos usuários, composição e instalações hidráulicas, tratamento, dimensionamento, critérios de qualidade da água para fins não-potáveis e de efluentes descartados nas redes urbanas.

5. Resultados Esperados

Para a *Fase II: Edificações Não-Residenciais* (12 meses), prevê-se a entrega dos seguintes produtos:

1. Levantamento do estado da arte em sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais, considerando seus aspectos legais e normativos, saúde e segurança dos usuários, composição e instalações hidráulicas, tratamento, dimensionamento, critérios de qualidade da água para fins não-potáveis e de efluentes descartados nas redes urbanas;
2. Requisitos mínimos para a instalação predial e manutenção de diferentes sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais;
3. Possíveis configurações e instalações hidráulicas de sistemas AAP e RAC em novas edificações, assim como apresentar soluções para a adaptação de edificações existentes;
4. O potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas dentro de diferentes cenários de instalações não-residenciais (futuras edificações e edificações existentes);
5. As reduções dos impactos ambientais relativos ao abastecimento de água potável (reduções na vazão de extração de água dos recursos hídricos locais) e, conseqüentemente, do volume de esgoto produzido pelo AAP e RAC em edificações não-residenciais no DF;
6. Análise custo-benefício para os diferentes cenários, apresentando o período de retorno de investimento (*payback* simples), valor presente líquido e o custo incremental médio em R\$/m³ de água economizada em edificações não-residenciais;
7. Os benefícios financeiros gerados na redução da demanda de água (custos relativos à produção e distribuição de água potável e da coleta e tratamento de esgotos) pelo AAP e RAC em edificações não-residenciais do DF;
8. Manuscrito referente ao material didático para edificações não-residenciais.

Referências Bibliográficas

- ANA. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2002.
- _____. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2007.
- ANA; FIESP; SINDUSCON-SP. **Conservação e reúso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.
- DZIEGIELEWSKI, B. *et al.* **Commercial and institutional end uses of water**. Denver: AWWA Research Foundation, 2000. 264p.
- ENVIRONMENT AGENCY. **A study of domestic greywater recycling**. National Water Management Centre. Bristol: Environment Agency. 2000.
- FASCOLA, B. F. *et al.* Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.4, p.65-78, 2011.
- FARINA, M.; MAGLIONICO, M.; POLLASTRI, M.; STOJKOV, I. Water consumption in public schools. **Procedia Engineering**, v.21, p.929-938, 2011.
- GHISI, E., TAVARES, D. F., ROCHA, V. L. Rainwater harvesting in petrol stations in Brasília: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.2, p.79-85, 2009.
- GOMEZ, J.; ALVES, W. Final water consumption in building installations using the flow-rate trace. **Proceedings 26th International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings**. Rio de Janeiro: USP, 2000.
- GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério das Cidades, Brasília, p.41. 1999.
- GRIGGS, J. C.; SHOULER, M. C.; HALL, J. Water conservation and the built environment. In: **21 AD: Water**. Oxford: Oxford University Press. 1998.
- IBGE. **Estimativas de população**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2015.
- ILHA, M. S. O.; NUNES, S. S.; SALERMO, L. S. Programa de conservação de água em hospitais: Estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.1, p. 91-97, 2006.
- IPCC. **Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability**. Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report, Cambridge University Press. 2001.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2005.
- LOH, M. *et al.* Domestic water use study: The next step forward. In: **27th Hydrology and Water Resources Symposium**, Melbourne. 2002.

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.75-90, 2006.

MADDAUS, W. O. **Residential water conservation projects**: Summary report. Washington: Department of Housing and Urban Development. 1984.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2006.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.8, n.2, p.67-84, 2008.

MAYER, P. W. et al. **Residential end uses of water**. In: Foundation, A. R., American Water Works Association. 1999.

MORALES, M.; FRIEDMAN, K. R.; HEANEY, J. P. **Estimating water end-use devices in the commercial and institutional sectors**. Gainesville: University of Florida, 2010. 28p.

MMA, SRH. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**: Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil. Brasília: MMA, 2006.

PASCHKE, P.; VAN GELDER, R. E.; SIEGELBAUM, H. **Hotel water conservation**: A Seattle demonstration. Seattle: Seattle Public Utilities, 2002. 127p.

PATTERSON, A. P. Water Efficiency, domestic appliances and hydraulic design for on-site systems. In: **1st International Conference on Onsite Wastewater Treatment and Recycling**. Perth. 2004.

PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Water end-uses in Brazilian Office buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.8, p.489-500, 2010.

ROCHA, A. L., BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília: Secretaria de Política Urbana. 1998.

ROSEGRANT, M.; CAI, X.; CLINE, S. **Global water outlook to 2050**: averting an impending crisis. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002.

SANT'ANA, D.; AMORIM, C. N. D. Reúso de água em edificações: premissas e perspectivas para o contexto brasileiro. **Sistemas Prediais**, São Paulo, v.2, n.1, Setembro, p.32-37. 2007.

SCHMIDT, W. **Produtos economizadores de água nos sistemas prediais**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério das Cidades, Brasília, p.41. 2004.

SHIKLOMANOV, I. A. World freshwater resources. In: GLEICK, P. H. **Water in crisis**: a guide to the world's freshwater resources. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 13-24.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.6. n.1, p.49-61, 2006.

- TCDF. **Auditoria operacional na gestão dos recursos hídricos do Distrito Federal**. Brasília: Tribunal de Contas do Distrito Federal, 2010. 38p.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2005.
- UNEP. **Challenges to international waters: regional assessments in a global perspective**. Global International Water Assessment. Nairobi: UNEP, 2006.
- UNESCO. A look at the world's freshwater resources. In: **Water for People, Water for Life: the United Nations world water development report**. [S.l.]: World Water Assessment Program, 2003. p.61-70.
- UN-WATER. **Coping with water scarcity: A strategic issue and priority for system-wide action**. New York: UN Water, 2006.
- UN/WWAP. **1st UN world water development report: Water for people, water for life**. Paris, New York and Oxford: UNESCO and Berghahn Books, 2003.
- WAGGETT, R.; AROTSKY, C. **Water key performance indicators and benchmarks for offices and hotels**. London: CIRIA, 2006. 56p.
- WEBSTER, C. J. D. An investigation of the use of water outlet in multi-storey flats. In: **Symposium on Water Demand in Buildings**, Building Research Establishment - BRE. 1972