

Autorização concedida a Biblioteca Central da Universidade de Brasília pelo Professor Daniel Richard Sant'Ana, em 24 de abril de 2021, para disponibilizar a obra, gratuitamente, de acordo com a licença conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra.

A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

REFERÊNCIA

SANT'ANA, Daniel. **Reúso-DF**: análise de viabilidade do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de água em edificações do Distrito Federal: relatório - R0. Brasília: Universidade de Brasília, 2016. 17p. Disponível em:
<https://drive.google.com/file/d/1wKjRKYXHm8uWXiiulB1OvhLoNpPBDNOo/view>.
Acesso em: 27 abr. 2021.

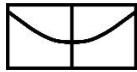
Reúso-DF

Análise de viabilidade do aproveitamento de águas pluviais
e do reúso de água em edificações do Distrito Federal

RELATÓRIO – R0

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

Brasília, 22 de abril de 2016



Universidade de Brasília

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico

Coordenação: Daniel Richard Sant'Ana

Pesquisadores: Bruna Valverde de Moraes
Claudiana Lopes Maciel
Jamil Tancredi Israel de Lima
Juliana Bona de Faria
Karla Cristina Ferreira Alvares
Lídia Batista P. Medeiros
Marco Antonio Almeida de Souza
Pierre Mazzega Ciamp
Susanna Almeida dos Santos

Equipe Técnica: Diego Lopes Luna Sousa
Francisco Neto da Silva Junior

Sumário

Apresentação	2
1. Introdução	5
2. Justificativa	6
3. Objetivos	7
4. Metodologia	8
4.1. Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações residenciais	8
4.2. Elaboração de material didático para edificações residenciais.....	9
4.3. Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais	10
4.4. Elaboração de Material Didático para Edificações Não-Residenciais	11
5. Resultados Esperados.....	12
Referências Bibliográficas	14

Apresentação

A ADASA vem gradativamente produzindo normativos sobre os serviços de água e de esgoto no Distrito Federal, especialmente sobre a questão tarifária e sobre as relações entre o prestador de serviços e os usuários. Entretanto, esta Agência Reguladora precisa ainda avançar em aspectos ainda não regulados, especialmente no que se diz respeito a sistemas descentralizados que utilizam-se de fontes alternativas de água para usos não-potáveis em edificações. Dentre as competências da ADASA, estabelecidas pela Lei nº 4.285/2008, estão:

Art. 7º Compete à ADASA:

[...]

III – expedir normas, resoluções, instruções, portarias, firmar termos de ajustamento de conduta, por iniciativa própria ou quando instada por conflito de interesses;

IV – expedir os atos regulatórios da legislação superior relacionada às suas áreas de competência;

[...]

IX – emitir normas objetivando a melhoria da prestação dos serviços, a redução dos seus custos, a segurança de suas instalações e o atendimento aos usuários ou consumidores;

Art. 9º Além das atribuições gerais estabelecidas nesta Lei, compete à ADASA, especificamente no que respeita a saneamento básico no âmbito do Distrito Federal:

[...]

VI – disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços de saneamento básico;

[...]

§ 2º Além do que dispõe o art. 7º, III, das atribuições gerais desta Lei, a ADASA especificamente editará também normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços de saneamento básico, incluindo o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, que abrangerão pelo menos os seguintes aspectos:

A Lei nº 4.285/2008 determinou que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados sob os seguintes princípios:

Art. 42. Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

[...]

VII – eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII – utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

[...]

XII – integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Por fim a Lei nº 4.285/2008 os seguintes deveres dos consumidores dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário:

Art. 56. São deveres dos consumidores dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, sem prejuízo de outros previstos em normas legais e regulamentares:

I – utilizar, de modo adequado, os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mantendo em condições adequadas as instalações internas do respectivo domicílio ou estabelecimento;

II – colaborar com a preservação dos recursos hídricos, controlando os desperdícios e perdas de sua utilização;

III – observar, no uso dos sistemas de saneamento básico, os padrões permitidos para lançamento na rede coletora, responsabilizando-se por todo e qualquer dano causado ao sistema e aos recursos hídricos por lançamentos indevidos;

A ADASA no exercício de sua competência regulatória pode e deve se municiar de estudos para conseguir estabelecer uma estrutura regulatória capaz de incentivar a diminuir a curva do aumento da demanda de água tratada, dominando o entendimento sobre as possíveis consequências do uso de diversas tecnologias, bem como sugerindo a criação, modificação e execução de políticas públicas ou diretrizes voltadas para a racionalização da água, em especial, no que se diz respeito à sistemas prediais de água não-potável.

Em virtude do nível de importância que o tema tem ganhado nos últimos anos, em especial nos momentos de estresse hídrico, que vem assolando a região sudeste do país, muito se pergunta se a estrutura para o reúso de águas cinzas, utilização de águas pluviais dentre outros projetos que viabilizam maior eficiência na prestação e no uso dos serviços de abastecimento de água teria influências sobre a redução da demanda de água potável, reduzindo os impactos sobre os reservatórios de água da região.

Com essas questões em mente, a ADASA busca uma investigação capaz de fornecer o embasamento técnico necessário para a prática segura e sustentável do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações no Distrito Federal. Este estudo, deverá consolidar as informações necessárias para orientar a gestão de sistemas descentralizados que fazem o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em diferentes tipologias edificações para diferentes atividades.

Os resultados desta investigação poderão ser traduzidos em um material didático para ser publicado em forma de manual, folder ou cartilha, em linguagem acessível ao público leigo, abordando os benefícios da implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas, das instalações hidráulicas e dos cuidados necessários para garantir a segurança e bem-estar de usuários.

A partir das informações sobre a viabilidade técnica, econômica, operacional e ambiental dos sistemas prediais voltados ao aproveitamento de águas pluviais e de reúso de águas cinzas, a Agência Reguladora será capaz de propor subsídios técnicos para a construção de uma política pública ou para estabelecer diretrizes direcionadas à aplicação correta destes sistemas prediais de água não-potável, acompanhada de um manual de divulgação e ferramenta de simulação acessível ao público geral.

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), e o consumo de água per capita aumenta (CAESB, 2002; CAESB, 2004; CAESB, 2006; CAESB, 2008), 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

A fim de reduzir a sobrecarga do consumo sobre os recursos hídricos, o uso de medidas conservadoras de água tem sido visto como uma estratégia eficaz para a redução do consumo de água nas grandes cidades. O uso racional da água em edificações é capaz de promover a redução da demanda de água através da conscientização dos usuários, adequação dos processos de consumo, eficiência hidráulica e utilização de equipamentos economizadores (ANA *et al.*, 2005). Por outro lado, sistemas prediais de água não potável utilizam-se de fontes alternativas como águas pluviais, águas cinzas e águas residuárias para uso em fins não potáveis após seu tratamento (SANTANA & AMORIM, 2007).

Embora uma variedade de estudos foram realizados em relação ao consumo doméstico de água e sua conservação nas edificações residenciais (LOH *et al.*, 2002; THACKRAY *et al.*, 1978; WEBSTER, 1972; ZHANG & BROWN, 2005), nenhum deles incorporou uma análise socioeconômica dos usos-finais do consumo doméstico de água entre as diferentes tipologias residenciais. No Brasil, a caracterização dos usos-finais do consumo doméstico de água ainda está na sua infância e dados generalizáveis ainda não foram produzidos. Um estudo analisou um apartamento de baixa renda em São Paulo (ROCHA *et al.*, 1998), outro estimou os usos-finais do consumo de água para duas casas (GHISI & FERREIRA, 2007), três prédios residenciais (GHISI & OLIVEIRA, 2007) e BARRETO (2008) realizou medições em sete residências em São Paulo com faixa de consumo mensal entre 15-20m³/mês.

Há uma carência de dados específicos para os usos-finais do consumo doméstico de água para residências de baixa, média e alta renda para as diferentes tipologias residências brasileiras. Existe também, uma falta de informação em relação ao consumo doméstico de água e as características tipológicas residenciais brasileiras, aspectos comportamentais sobre o consumo de água e o nível de conscientização dos moradores sobre questões hídricas e de conservação de água.

Para avaliar o desempenho de diferentes estratégias conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água nas edificações, é fundamental quantificar o consumo de água em seus usos-finais e compreender como essa água está sendo utilizada pelos usuários. A caracterização dos usos-finais do consumo doméstico de água possibilitou uma série de investigações sobre o potencial de redução do consumo de água de uma série de estratégias conservadoras de água e os custos-benefícios envolvidos (MADDAUS, 1984; GRIGGS *et al.*, 1998; ENVIRONMENT AGENCY, 2000; MAYER *et al.*, 2004; PATTERSON, 2004). No Brasil, os estudos realizados até hoje têm sido limitados à economia de água gerada utilizando sistemas

de aproveitamento de águas pluviais (GHISI, 2006; JÚNIOR *et al.*, 2008) e de águas cinzas (GHISI & FERREIRA, 2007; GHISI & OLIVEIRA, 2007) no setor residencial.

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).

Evidentemente, há uma carência de dados específicos no que se diz respeito aos usos-finais do consumo de água das diferentes categorias do setor comercial, institucional e público. A literatura demonstra que existe também, uma falta de compreensão sobre a relação entre o consumo de água e características tipológicas, tipo de ocupação e comportamento de usuários. Para identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água em edificações não-residenciais, é fundamental buscar a caracterização dos usos-finais do consumo de água das diferentes categorias dos setores comerciais, institucionais e públicos, e compreender sua correlação com as características tipológicas das edificações, sua ocupação e comportamento dos usuários.

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 residenciais e não-residenciais (edificações comerciais, institucionais, públicas e industriais) 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 cinco etapas: i) Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações residenciais; ii) Elaboração de material didático para edificações residenciais; iii) Análise de viabilidade de sistemas AAP e RAC em edificações não-residenciais; iv) Elaboração de material didático para edificações não-residenciais; e v) Programa de simulação para o site da ADASA.

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

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

Etapa 1.1: *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 a instalação residencial e manutenção de diferentes sistemas AAP e RAC.

Etapa 1.2: *Viabilidade Técnica*

Como ponto de partida, será realizado um levantamento quantitativo das principais características tipológicas de edificações residenciais e sua faixa de renda (baixa, média e alta) no Distrito Federal e, com isso, será possível compor um modelo representativo de cada tipologia residencial conforme faixa de renda familiar para análise. Em seguida, será realizado um levantamento qualitativo para caracterizar os usos-finais de água em edificações residenciais das diferentes tipologias e faixas de renda 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.

Etapa 1.3: Viabilidade Ambiental

Baseado nos modelos representativos desenvolvidos na Etapa 1.2, será realizada 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 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.

Etapa 1.4: Viabilidade Econômica

Para cada cenário estabelecido na Etapa 1.2, 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 residencial, conforme faixa de renda familiar, 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.

Etapa 1.5: 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 residenciais.

4.2. Elaboração de material didático para edificações residenciais

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

Etapa 2.1: Manual do Aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações Residenciais

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

Etapa 2.2: *Manual do Reúso de Águas Cinzas em Edificações Residenciais*

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

4.3. 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:

Etapa 3.1: *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.

Etapa 3.2: *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.

Etapa 3.3: *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.

Etapa 3.4: *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.

Etapa 3.5: *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.

4.4. Elaboração de Material Didático para Edificações Não-Residenciais

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

Etapa 4.1: *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.

Etapa 4.2: *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 primeira fase, *Edificações 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 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 residencial e manutenção de diferentes sistemas AAP e RAC;
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 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 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 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 residenciais do DF;
8. Manuscrito referente ao material didático para edificações residenciais.

Para a segunda fase, *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.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, abr./jun. 2008.

CAESB. **Siagua 2002**: Sinopse do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal. 11ª ed. Brasília: CAESB, 2002. 100 p.

_____. **Siagua 2004**: Sinopse do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal. 13ª ed. Brasília: CAESB, 2004. 102 p.

_____. **Siagua 2006**: Sinopse do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal. 15ª ed. Brasília: CAESB, 2006. 110 p.

_____. **Siágua 2008**: Sinopse do sistema de abastecimento de água do Distrito Federal. 17 ed. Brasília: CAESB, 2008. 143 p.

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. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, v.41, n.11, p.1544-1550. 2006.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42 n. 7, p.2512-2522. 2007.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42 n. 4, p.1731-1742. 2007.

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.

JÚNIOR, G. B. A.; DIAS, I. C. S.; GADELHA, C. L. M. Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 85-98, abr./jun. 2008.

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.

MARENCO, 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. Rainwater harvesting in Brazil: investigating the viability of rainwater harvesting for a household in Brasília. In: G. Broadbent e C. A. Brebbia (Ed.). **Eco-Architecture: Harmonisation between architecture and nature**. Southampton: WIT Press, 2006. p. 381-390.

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.

THACKRAY, J. E.; COCKER, V.; ARCHIBALD, G. The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage. **Water Engineers and Science**, v. 64, p.37-61. 1978.

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

ZHANG, H. H.; BROWN, D. F. Understanding urban residential water use in Beijing and Tianjin. **Habitat International**, v. 29 n. 3, p.469-491. 2005.