

RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA UERJ – APRESENTAÇÃO DO PROJETO PRO-USO

Jaqueline Gonçalves da Silva (UERJ)

jaquelineuerj@otmail.com

Floriano Fernandes Barbosa Filho(UERJ)

ffbf@bol.com.br

Orientadoras: Prof. Dr^a. Thereza Christina de Almeida Rosso (UERJ)

rosso@uerj.br

Prof. Dr^a. Mila Rozendal Avelino (UERJ)

mila.avelino@gmail.com

Resumo

Nos últimos anos, é crescente a preocupação das Instituições de Ensino Superior na busca de um desenvolvimento sustentável, não só no aspecto do ensino, mas também nas de práticas de funcionamento ambientalmente corretas. A Universidade do Estado do Rio de Janeiro se inclui nesse contexto. Este trabalho tem por objetivo apresentar as ações realizadas no Campus Regional de Resende com vista ao uso racional da água. O projeto aqui apresentado, realizado pela Faculdade de Engenharia com recursos da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, objetiva a redução do consumo de água e dos impactos gerados pelas fortes chuvas, e assim amenizar os desequilíbrios gerados no ciclo hidrológico. A metodologia adotada consistiu no desenvolvimento de técnicas eficientes para a economia de água nas instalações existentes e na implantação de um sistema de captação de água de chuva para usos não potáveis.

Palavras-chave: redução do consumo, economia de água, captação de água de chuva.

Abstract:

In the last few years, sustainable development have become one of the main interests of higher-education institutions, not only regarding educational aspects, but also regarding environmentally correct practices. Rio de Janeiro State University is included in this context. The present work shows the actions undertaken in the Regional Campus de Resende aimed the water rational use. The project, conducted by the Engineering College with funds from Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, FAPERJ, objective water reducing consumption and the impact caused by rains. The methodology adopted was to develop efficient techniques for saving water in existing facilities and implementation of a system to rainwater collection for non-potable uses.

1. Introdução

A fixação do homem em qualquer região do planeta sempre aconteceu em função das disponibilidades energéticas, tais como: alimento, luz solar, ar e água, necessários à sua sobrevivência. Nesse contexto, a água é a forma de energia essencial à vida e a manutenção dos ecossistemas. É a condição primária de sobrevivência para todos os seres vivos.

Os efeitos da má gestão dos recursos hídricos, do uso indiscriminado e da poluição das águas causam efeitos deletérios ao meio ambiente provocado ainda alterações de ordem sócio-culturais e econômicas nas regiões.

Várias ações e estudos são realizados visando reverter esse quadro. Uma das alternativas em destaque é a realização de pesquisas e desenvolvimento de técnicas eficientes e eficazes que viabilizem o uso racional da água objetivando prioritariamente a redução do consumo e desperdício, compatíveis com a realidade atual.

2. Objetivos gerais e específicos do projeto

As ações desenvolvidas nesta pesquisa objetivavam principalmente a redução do consumo de água tratada em edificações e dos impactos gerados pelas fortes chuvas, amenizando assim os desequilíbrios gerados no ciclo hidrológico, a partir de um estudo caso do Campus Regional de Resende da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ.

O objetivo principal implica naturalmente em desdobramentos. De forma mais detalhada foram objetivos específicos deste projeto: *a)* analisar e propor reformas em instalações hidrossanitárias existentes incluindo: estimativa do consumo sazonal de água, diagnóstico dos principais problemas de desperdício de água na edificação, estudo dos vazamentos existentes e a possível economia com sua eliminação, cálculo da economia de água em função da substituição de peças hidrossanitárias, estudos de viabilidade técnica para reforma do sistema; *b)* estudo de fontes alternativas de água para fins não potáveis que resultassem na redução do consumo de água tratada, tendo como exemplo a estimativa do aproveitamento potencial de água de chuva; *c)* estudos de viabilidade técnica para reforma de sistemas existentes; *d)* implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial; *e)* análise do custo financeiro da implantação de novas alternativas e tempo de retorno potencial total a ser economizado em termos de recursos hídricos e recursos financeiros; *f)* proposições de ações para divulgação e campanhas de conscientização.

3. Quanto à implementação do sistema de racionalização do uso da água

3.1. Considerações quanto ao local de implementação

A proposta inicial objetivava que as pesquisas fossem implantadas Pavilhão Reitor João Lyra Filho localizado no Campus Francisco Negrão de Lima, conhecido como Campus Maracanã.

Foi realizada na etapa inicial do projeto uma análise de viabilidade técnica e econômica incluindo a estimativa de redução de consumo, ou aumento da disponibilidade de água para fins potáveis e não potáveis, onde o projeto previa a implantação de uma Unidade Piloto destinada à captação da água de chuva para fins não potáveis.

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva para consumo não potável são marcados em medidas não convencionais, de tecnologia relativamente simples consistindo basicamente da captação, armazenamento e tratamento simplificado da água.

Dentro dessas características e tendo em vista os recursos financeiros disponíveis, o prédio do Pavilhão João Lyra Filho não se apresentou adequado à proposta. Desta forma, entre os vários campi da UERJ, escolheu-se o Campus Regional de Resende, CRR, que apresentou viabilidade tanto técnica quanto econômica, considerando principalmente suas características arquitetônicas para captação de águas pluviais, bem como a possibilidade de continuidade de novas pesquisas.

3.2. Descrição sumária das atividades previstas e realizadas

Apresenta-se a seguir uma descrição sumária das principais atividades previstas no projeto. Basicamente, todas as atividades propostas foram realizadas que incluem:

- descrição e considerações das principais características da região que compreende a bacia do rio Paraíba do Sul, onde se localiza o CRR
- realização de diagnóstico geral, com características do CRR, tipologia de uso, e histórico de consumo de água anterior às intervenções;
- caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água;
- comparação entre equipamentos hidrossanitários disponíveis que promovam economia de água;
- estudos de viabilidade técnica para reforma de sistema;
- troca dos equipamentos perdulários em termos de consumo de água
- levantamento bibliográfico das legislações referentes ao aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis;
- determinação da quantidade de água de chuva a ser armazenada em função da área de coleta, da precipitação atmosférica do local e do coeficiente de runoff;
- projeto básico e executivo para um sistema de aproveitamento de água da chuva;
- acompanhamento das instalações e obras relativas à instalação do projeto piloto de captação de água de chuva;
- coletas e análises laboratoriais da qualidade da água de chuva;
- cálculos da quantidade de água reduzida após a instalação do projeto piloto;
- avaliação das mudanças ocorridas após a implementação do projeto;
- análise dos resultados obtidos e plano de ação futura;
- elaboração de campanhas educativas;
- criação de um sítio eletrônico específico para o projeto;
- organização e publicação do livro: Reúso de água e Desenvolvimento Sustentável.

4. Considerações quanto à localização do Campus Regional de Resende

O Campus Regional de Resende encontra-se inserido numa das principais bacias hidrográficas da região Sudeste: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Trata-se de uma região altamente antrópica que recorta três importantes estados: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. As suas águas beneficiam as mais diversas atividades humanas servindo tanto para o consumo como ao insumo de vários processos produtivos. As principais atividades incluem: abastecimento, diluição de esgotos, irrigação e geração de energia hidroelétrica e, em menor escala, há a pesca, aqüicultura, recreação, navegação, entre outros.

A captação de água para abastecimento corresponde a 64 mil litros por segundo (17 mil para abastecimento domiciliar da população residente na bacia, mais 47 mil para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro). Para uso industrial a captação é estimada em 14 mil L/s e para uso agrícola 30 mil L/s (www.ceivap.org.br). Segundo a ANA (Agência Nacional de Águas, 2003), o intenso uso urbano, industrial e energético que se faz dos recursos hídricos desta bacia contribuíram para o aumento da demanda de água, com sérios indícios de comprometimento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos hoje observados.

Observa-se assim, que a forte ação antrópica nessa bacia hidrográfica justifica os vários estudos na preservação dos seus recursos naturais. A cobrança pelo uso da água instituída pela lei no 9.433/97, e já estabelecida para toda bacia hidrográfica, também denota a importância de estudos relacionados à preservação e redução do consumo de água.

No âmbito federal, a UERJ participa ativamente nessas ações tanto pelos projetos já desenvolvidos para a região como pela presença com representante no Comitê de Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, CEIVAP, conforme pode ser observado na sua composição e representação para o período 2009 – 2011, (www.ceivap.org.br).

No âmbito estadual, encontra-se atualmente instalada no Campus Regional de Resende a secretaria do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (instituído pelo Decreto nº 41.475 de 11 de setembro de 2008), destacando-se a forte atuação da Universidade nas ações voltadas à preservação dos recursos naturais da região.

4.1. Principais características da bacia do rio Paraíba do Sul – ênfase ao Médio Paraíba do Sul¹

Formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, o rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no estado de São Paulo, perfazendo um percurso total de 1.120 km, até a foz em Atafona, no Norte Fluminense. Abrange uma área aproximada de 55.500 km², estendendo-se pelos estados de São Paulo (13.900 km²), Rio de Janeiro (20.900 km²) e Minas Gerais (20.700 km²), abrangendo 180 municípios - 88 em Minas Gerais, 53 no Estado do Rio e 39 no estado de São Paulo. A área da bacia corresponde a cerca de 0,7% da área do país e, aproximadamente, a 6% da região sudeste do Brasil. No Rio de Janeiro, a bacia abrange 63% da área total do estado; em São Paulo, 5% e em Minas Gerais, apenas 4%. A figura 1 apresenta a localização da bacia do rio Paraíba do Sul, no contexto da região sudeste do país, (www.ceivap.org.br). A região é caracterizada por um clima predominantemente tropical quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

¹ A maior parte das informações apresentadas nesse item foi obtida no sítio eletrônico do Comitê de Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, CEIVAP, www.ceivap.org.br.



Figura 1. Localização da bacia do Rio Paraíba do Sul.
(FONTE: www.ceivap.org.br)

A população da bacia é estimada em 5,5 milhões de habitantes, sendo 1,8 milhão no estado de São Paulo, 2,4 milhões no Rio de Janeiro e 1,3 em Minas Gerais. Cerca de 16% da população fluminense reside na bacia do Paraíba, contra 5% dos paulistas e apenas 7% dos mineiros (IBGE 2000). Aproximadamente 14,2 milhões de pessoas, somados os 8,7 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, se abastecem das águas da bacia do rio Paraíba do Sul.

Na condição de usuário de jusante, o Estado do Rio de Janeiro se vê sob o impacto dos usos conflitantes do rio Paraíba do Sul: de um lado, água destinada ao abastecimento público, e o alto crescimento da demanda de energia elétrica, do outro, destino final de esgotos, de efluentes industriais, agricultura, erosão, assoreamento, desmatamento das margens, entre outros. Além disso, deve ser observado que o rio Paraíba do Sul cede cerca de 60% de suas águas para o rio Guandu. O sistema foi construído em 1952 podendo acrescentar até 180 mil metros cúbicos de água ao que irá se transformar mais a frente no rio Guandu. Essa transposição encontra as águas do rio Ribeirão das Lages e desce para formar o Guandu e abastecer 80% da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Em âmbito nacional, apesar de sua vital importância para o Rio de Janeiro, o Paraíba do Sul é rio de jurisdição federal, uma vez que se estende por três estados da Federação. Nessa condição, desde a década de 80, a gestão ambiental do rio Paraíba do Sul é feita pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP (Decreto nº 87.561/82), tendo sido revitalizada, posteriormente, com a aprovação da lei nº 9.433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos.

No âmbito estadual, o Decreto nº 31.475 de 11 de setembro de 2008 instituiu o Comitê da bacia hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado. A área de atuação desse comitê é a região hidrográfica constituída pelas bacias do rio Preto e bacias do curso médio superior do rio Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro, abrangendo integralmente os municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian, assim como, parcialmente, os municípios de Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul,

Três Rios e Mendes. A figura 2 apresenta a localização da bacia do Médio Paraíba do Sul dentro das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro.

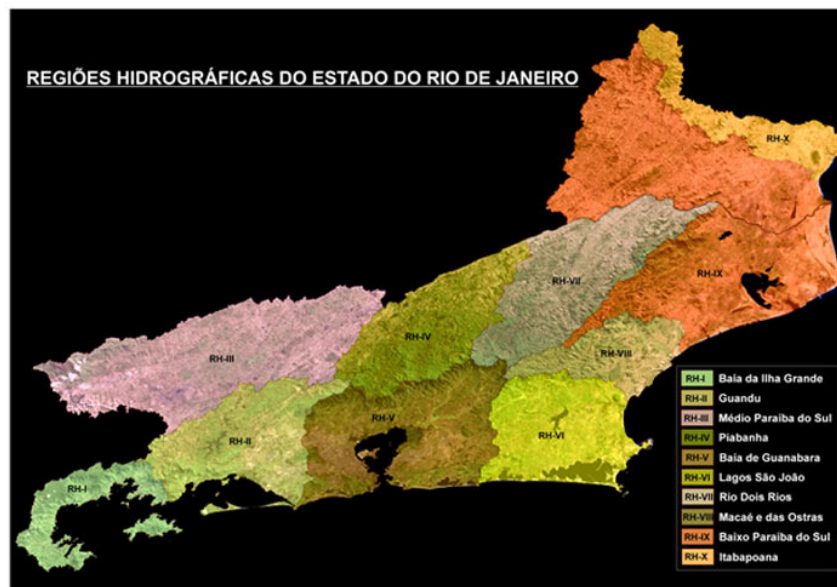


Figura 2. Regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. (www.inea.gov.br).

4.2. Considerações sobre o município de Resende

O município de Resende localiza-se no trecho predominantemente industrial da bacia do rio Paraíba do Sul. Sua posição geográfica privilegiada, estrategicamente localizada entre os principais produtores e consumidores do país, além do relevo e acidentes geográficos, propiciam a diversificação econômica com facilidade de acesso e escoamento da produção, explicando a presença do expressivo parque industrial local. Ao mesmo tempo, seus atributos permitem a convivência equilibrada desta atividade com aquelas inerentes ao grande potencial turístico local, e é a resultante qualidade de vida local, uma importante vantagem locacional na atração de novos investimentos. Em ritmo acelerado de desenvolvimento, o município de Resende é uma referência nacional em logística, infra-estrutura e mão-de-obra qualificada para investimentos empresariais nos mais diversos setores.

O relevo do município é típico de vale. A cidade está localizada em uma grande planície as margens do rio Paraíba do Sul. Conforme se afasta do centro, encontra-se um planalto, com leves colinas achatadas. Mais longe, observa-se o Maciço do Itatiaia, que compreende uma escarpa da Serra da Mantiqueira, com o pico das Agulhas Negras ao fundo. No outro extremo da cidade, junto à divisa paulista, encontra-se o início das formações da Serra do Mar, com a presença de elevações que geralmente ultrapassam os 600 metros de altitude. O clima é tropical de altitude, a temperatura média anual é de 19°C, com mínimas de 5°C, em julho e máxima de 42°C, em janeiro. As maiores precipitações são no período de novembro a março. A **figura 3** apresenta as normais climatológicas para o período de 1961-1990 para o município de Resende, Piraí e Vassouras (www.simerj.com).

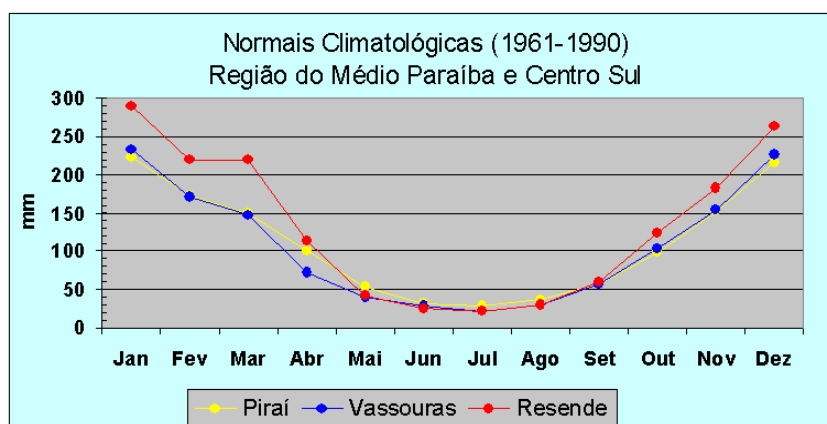


Figura 3. Normais climatológicas para o período de 1961-1990 para o município de Resende, Pirai e Vassouras.

(FONTE: www.simerj.com).

4.3. Considerações quanto ao Campus Regional de Resende

O Campus Regional de Resende, CRR, onde se encontra a Faculdade de Tecnologia, foi criado atendendo aos anseios da região Sul Fluminense e em conformidade com a política de interiorização da UERJ. Seu primeiro curso foi estabelecido a partir de ampla participação da comunidade local, prefeituras, empresas e setores representativos da sociedade civil. Localizada no quilômetro 298 da Rodovia Presidente Dutra, BR 116, no sentido RJ-SP. Possui uma área de 200 mil m² com 28 mil m² de área construída. Vizinho ao Pólo Industrial de Resende, o CRR ocupa área doada à UERJ em 2001, pela empresa KODAK Brasileira.

Contando atualmente com os cursos de Engenharia de Produção com ênfase em Química e em Mecânica, Mestrado em Engenharia Química com ênfase em Química Ambiental, além de dois cursos de especialização: Gerência de Projetos e Engenharia Econômica, o CRR abriga ainda um dos pólos regionais do Centro de Estudos de Educação a Distância do Estado do Rio de Janeiro, CEDERJ, responsável pelos cursos de graduação em Biologia e em Pedagogia além de representar uma referência física para que os alunos possam realizar tanto atividades presenciais obrigatórias como aulas em laboratórios, avaliações, tutorial presencial, etc. As **figuras** 4a, 4b e 4c apresentam algumas imagens do CRR.



Figuras 4. Vistas do CRR. (a) Entrada. (b) Entrada do Prédio Principal. (c) Laboratório de Química. (www.fat.uerj.br).

As edificações do Campus Regional de Resende são compostas de: *a*) Prédio da Administração, onde além da administração da unidade encontram-se ainda algumas salas de aulas e um pequeno auditório; *b*) Prédio Principal onde se realizam a maioria das atividades acadêmicas (salas de aulas, laboratórios de física, química, motores e biblioteca); *c*)

Refeitório; d) prédio da incubadora de empresas; e) Espaço Kodak (auditória de grande capacidade e em fase de revitalização); f) Sala de máquinas e oficinas. Por essas edificações circulam atualmente pelo CRR, cerca de 600 pessoas aproximadamente, entre alunos, professores, funcionários e outros. As **figuras 5a, 5b e 5c** apresentam alguns dessas edificações.



Figuras 5. Vistas de algumas edificações do CRR. (a) Entrada do prédio da Administração. (b) Entrada do prédio principal. (c) Vista do Refeitório. (www.fat.uerj.br).

5. Atividades vinculadas ao uso racional da água no Campus Regional de Resende

5.1. Caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água

Para a implementação de um programa de economia de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos.

Para a otimização do uso da água em seu conceito mais amplo, é importante destacar a evolução do conceito de uso racional da água para o de conservação desse recurso.

A implementação do uso racional da água consiste em sistematizar as intervenções que devem ser realizadas em uma edificação, de tal forma que as ações de redução do consumo sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício.

Esta metodologia possui atuação na demanda de água da edificação. No entanto, cabe salientar que, na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independentemente de uma análise prévia da qualidade da água necessária. A evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior.

A definição dos componentes do sistema hidráulico das edificações foi realizada em parte por meio de documentação técnica disponibilizada pela Prefeitura dos Campi da UERJ e pela equipe do Campus Regional de Resende, através de plantas baixas das instalações prediais, e em parte por meio de entrevistas com funcionários, professores e alunos do CRR em levantamento de campo. O CRR é integralmente abastecido pelo fornecimento de água oriunda de um poço subterrâneo, com aproximadamente 170 metros de profundidade. A água é retirada através de um sistema de bombeamento submerso, sendo enviada para uma cisterna de 400 mil litros de capacidade, localizada ao lado de um castelo d'água, conforme ilustrado pela fotografia da **figura 6**. Neste reservatório, a água é submetida a tratamento e cloração, sendo então enviada para o castelo d'água com capacidade de armazenamento de 150 mil litros. Do castelo d'água, é realizada a distribuição para atendimento

às necessidades do Campus. O castelo tem altura suficiente para dispensar sistema de bombeamento, com pressão de 32 mca.



Figura 6. Vista do castelo de água do Campus Regional de Resende.

5.1.1. Diagnóstico, tipologia de uso e histórico de consumo

A avaliação dos hábitos da população usuária do Campus foi realizada através de pesquisas locais, incluindo entrevista e a aplicação de questionário, com formulações de questões simples que visava única e exclusivamente caracterizar os hábitos e forma de utilização da água nas edificações.

A pesquisa foi realizada mediante um levantamento de informações das edificações do Campus junto à prefeitura dos Campi e ao CRR e a uma série de levantamentos com entrevistas e dados quantitativos realizados em atividade de campo. O foco desta etapa foi estimar o consumo de água para cada dispositivo sanitário ou per capita.

Foram elaboradas questões a serem respondidas por ambos os sexos e questões específicas para pessoas do sexo feminino e masculino. Em caráter geral abordavam questões relacionadas à frequência, forma de utilização dos equipamentos hidrossanitários bem como sobre o conhecimento de ações para preservação do uso da água.

Dado o caráter subjetivo apresentado nos questionários alguns dados devem ser analisados com a devida ressalva e comprovados através de medições para análise comparativa. Como exemplo, observa-se o aumento de descargas duplas indicadas por 40% das entrevistadas quando perguntadas se acionavam a descarga antes de utilizar o vaso sanitário.

Foram entrevistadas 99 pessoas, incluindo alunos, docentes, funcionários técnico-administrativos, alunos, docentes e vigilantes entre outros. Deste total, 87% dos entrevistados utilizam as instalações sanitárias do Prédio Principal. A **figura 7** representa em termos percentuais esta distribuição.

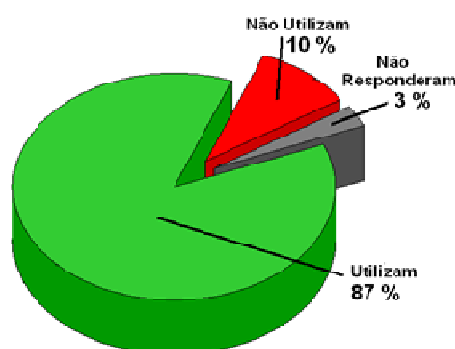


Figura 7. Distribuição percentual de utilização das instalações.

Quanto às respostas apresentadas por ambos os sexos no tocante ao uso das bacias sanitárias, a frequência de uso dos banheiros é basicamente a mesma para ambos os sexos, cerca de 3 vezes ao dia para urinar e 3 vezes por semana para defecar.

Quanto às respostas apresentadas pelos homens, cerca de 70% utilizam o vaso sanitário ao urinar, os 30% restantes fazem uso do mictório. Quanto às respostas apresentadas pelas mulheres, cerca de 40% têm o hábito de dar descarga na bacia sanitária anterior ao uso. Somente uma pessoa respondeu não dar descarga após a utilização. A **figura 8** representa em termos percentuais esta distribuição.

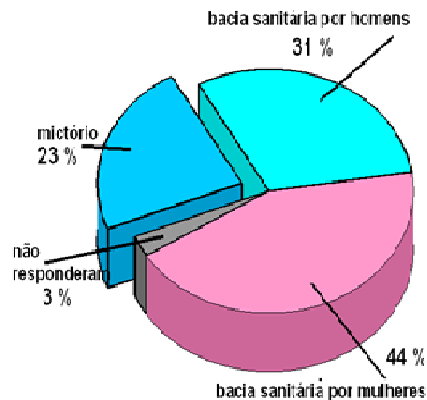


Figura 8. Distribuição percentual de utilização de equipamentos hidrossanitários.

Com relação à utilização do vaso sanitário para a disposição de lixo, 5% dos entrevistados confirmou este hábito. Pela análise dos questionários também foi observado que a grande maioria dos usuários utilizou a descarga na limpeza de dejetos líquidos. Quanto ao uso das torneiras para escovação dentária, 62% confirmaram esta utilização, com tempo de abertura da torneira em cerca de 30 segundos. Cerca de 5% dos usuários deixam a torneira aberta durante a utilização.

Quanto às medidas de caráter educacional, as entrevistas indicaram (**figura 9**):

- Ao detectar um vazamento, 81% dos usuários informam o responsável da unidade para manutenção;
- Somente 31% da população entrevistada responderam conhecer equipamentos que visam à economia de água;
- 95% dos entrevistados informaram que gostariam da implantação desse tipo de equipamentos nas edificações; 89% dos entrevistados manifestaram interesse no projeto e maiores explicações.

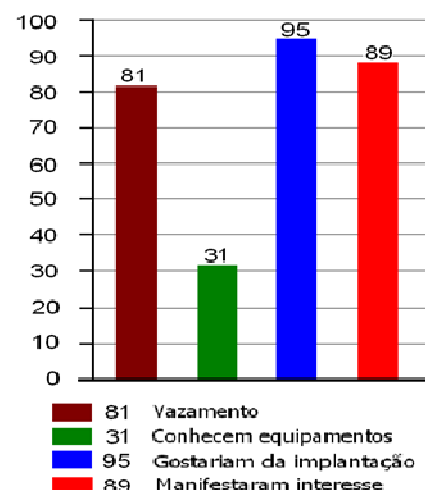


Figura 9. Gráfico de medidas de caráter educacional.

5.1.2. Coletas e análises laboratoriais da qualidade da água

Tendo em vista ao tipo de atividades realizadas nas edificações, anteriores à instalação do CRR envolvendo, por exemplo, a fabricação de filmes para fotografias, uma nova bateria de análises laboratoriais (ensaios físico-químicos e bacteriológicos) foram realizadas como forma de confirmar a boa qualidade da água distribuída aos consumidores locais. Através da análise da qualidade da água foram realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas da água pela empresa TECMA- Tecnologia e Meio Ambiente. O laudo da análise bacteriológica indica a presença de coliformes fecais, que são eliminados durante o processo de desinfecção. Também foram verificadas a coloração da água, turbidez, pH, ferro, quantidade de resíduos totais, dentre outros. Os resultados são apresentados na tabela 1, onde é possível observar que a água encontra-se em condições adequadas ao consumo humano em relação aos parâmetros físico-químicos analisados. As **figuras 10a** e **10b** apresentam imagens obtidas durante a realização da coleta das amostras de água e a tabela 1 apresenta os resultados das análises físicos - químicos realizados.



Figuras 10. Imagens da coleta de amostras realizadas no poço de água subterrânea do CRR.

Tabela 1. Resultados de Ensaio Físico-Químicos.

Parâmetros	Data da coleta	Resultados
Alcalinidade Total, mg L ⁻¹ de CaCO ₃	09/10/2008	60
Amônia, mg L ⁻¹ de N	09/10/2008	0,22
Cálcio, mg L ⁻¹ Ca	13/10/2008	18
Chumbo, mg L ⁻¹ Pb	13/10/2008	<0,01
Cloretos, mg L ⁻¹ Cl ⁻	08/10/2008	1,0
Condutividade a 25°C, µS/cm	08/10/2008	138
Cor Aparente, mg Pt L ⁻¹	08/10/2008	36,4
Demanda de Cloro, mg L ⁻¹	14/10/2008	3,5
Dureza Total, mg L ⁻¹ de CaCO ₃	09/10/2008	50
Ferro Total, mg L ⁻¹ Fe	13/10/2008	0,96
Magnésio, mg L ⁻¹ Mg	13/10/2008	1,3
Manganês, mg L ⁻¹ Mn	13/10/2008	0,3
Nitrato, mg L ⁻¹ N	09/10/2008	0,01
Nitrito mg L ⁻¹ N	14/10/2008	<0,01
Oxigênio Consumido, mg L ⁻¹	16/10/2008	<3,0
pH	07/10/2008	6,50
Prata, mg L ⁻¹ Ag	13/10/2008	<0,05
Resíduo Filtrável Fixo, mg L ⁻¹	17/10/2008	131
Resíduo Filtrável Total a 180°C, mg L ⁻¹	17/10/2008	154
Resíduo Não Filtrável Total, mg L ⁻¹	13/10/2008	<1
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg L ⁻¹	13/10/2008	<1
Resíduo Total, mg L ⁻¹	10/10/2008	155
Sulfato, mg L ⁻¹ SO ₄ =	07/10/2008	5
Turbidez, uT	08/10/2008	3,4

Observações:

- Os ensaios de pH, Profundidade total e Temperatura da amostra foram realizados em campo, no momento da coleta; os demais no laboratório. Estes dados de campo foram fornecidos pelo técnico coletor da TECMA através da planilha de campo.
- A amostra não apresenta odor característico.

- Especificações e dados de campo: Ponto: Registro do Poço - Coleta realizada no registro da tubulação do poço próximo à caixa d'água. Coordenadas: UTM 7517011, 23K 0563660.
- A coleta teve início às 11:50 h e término às 12:20 h
- Profundidade total: 150 m
- Temperatura da amostra: 25,3 °C
- Identificação dos equipamentos utilizados em campo: GPS: LAB 103, Multiparamétrico: LAB 212, Termômetro: LAB 299
- Procedimentos de Referência: Método de Coleta e Preservação de Amostras: SM 1060, N° Plano de Amostragem: 180, Tipo de Amostragem: Simples
- Condições Ambientais: Tempo: Nublado, sem chuva.

5.2. Avaliação dos equipamentos hidrossanitários existentes e troca por equipamentos que promovam economia de água

Nos aspectos relacionados às condições iniciais das instalações hidrossanitárias, nas visitas periódicas e regulares ao CRR não foram notados vazamentos significativos dos equipamentos hidráulicos. Entretanto, observou-se que em todas as edificações eram utilizados equipamentos perdulários em termos de consumo de água.

Com o objetivo de determinar ações de racionalização do uso da água, destaca-se a escolha de equipamentos economizadores a serem empregados com o objetivo de reduzir o consumo de água. É aplicável a qualquer ponto do sistema predial hidráulico, sem que seja obrigatória qualquer modificação. Observa-se, entretanto que independentemente da utilização de equipamentos sofisticados, é imprescindível a pré-disposição dos usuários no sentido de adotar espontaneamente um comportamento consciente.

São fatores para avaliação das tecnologias de produto a serem instaladas em um edifício: nível tecnológico; impacto cultural; dificuldade de implantação; dificuldade de operação por parte dos usuários; dificuldade de manutenção; atuação (parâmetros atuantes: vazão e tempo de utilização) e consumo médio estimado.

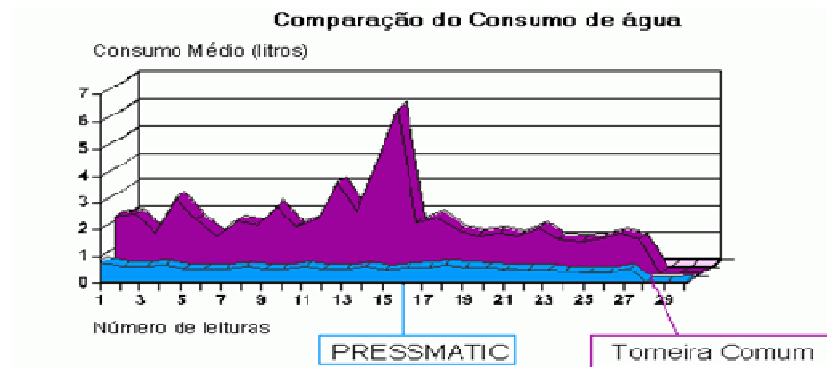
Após análise prévia, nos banheiros do Prédio da Administração e nos banheiros do Prédio Principal foram adquiridos equipamentos hidrossanitários produzidos com tecnologias modernas visando redução do consumo de água. Este procedimento resultou na troca de dos vários equipamentos, como descrito a seguir.

Foram instaladas 23 torneiras com sistema de fechamento automático e 23 unidades de registros reguladores de vazão conforme ilustrado pelas **figuras 11a e 11b**.



Figuras 11. Exemplos de equipamentos adquiridos e instalados pelo projeto. (a) Torneira com fechamento automático; (b) registros reguladores de pressão.

Em relação ao uso desses equipamentos, ressalta-se aqui que testes realizados pelo Centro de Tecnologia do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal de Santa Maria indicaram uma economia de água de 29,38% até 77,11%, no caso das torneiras de fechamento automático. A **figura 12** apresenta um gráfico com os resultados realizados para a economia de água com a substituição de torneiras comuns por torneiras de fechamento automático obtidas por esses testes.



FORNTE: Centro de Ciências Tecnológicas - UDESC

Figura 12. Resultados dos testes realizados em relação ao consumo médio de água em relação às torneiras.

Os registros dos mictórios foram substituídos por de 12 registros de cada mictório por válvulas de acionamento hidromecânico com leve pressão manual conforme ilustrado pela **figura 13**.



Figura 13. Imagem de válvula de acionamento hidromecânico com leve pressão manual utilizadas em mictórios.

Em função do resultado das pesquisas ter indicado alto índice de utilização de bacias sanitárias, mesmo em banheiros masculinos, foi realizada a troca de todas as antigas bacias sanitárias por bacias para consumo de 6 litros por descarga, num total de 18 unidades. As bacias foram equipadas com válvulas com regulagem que permitem a redução de ocorrência de golpe de aríete. Os acionamentos das válvulas dispõem de teclas diferenciadas conforme utilização. Estas válvulas possuem duas teclas que ao serem acionadas despejam dois diferentes volumes de água, um para limpeza parcial (líquidos) e outro para limpeza total (sólidos). As **figuras 14a e 14b** apresentam vistas dos equipamentos instalados.



(a)



(b)

Figuras 14. (a) vaso sanitário para consumo mais econômico; (b) válvula com regulagem para consumo; © acabamento de válvulas com acionamento diferenciado.

5.3. Análise de possíveis vazamentos existentes

Os aspectos relacionados aos vazamentos também são importantes em pesquisas dessa natureza. No estado do Rio de Janeiro, por exemplo, estima-se que pelo menos quarenta por cento de toda água tratada pela companhia de abastecimento estadual seja perdida devido a vazamento e ligações clandestinas. No CRR, como apresentado anteriormente, não foram verificados vazamentos nos equipamentos hidrossanitários. Entretanto para que a análise seja eficaz, fez-se necessária também uma verificação nas tubulações de abastecimento.

De forma geral, as tubulações nas instalações prediais não são aparentes, tornando-se a tarefa de verificar os possíveis vazamentos nessas tubulações uma pouco mais complexa do que uma simples verificação visual.

A análise de desperdícios decorrentes de possíveis vazamentos pode ser realizada com algumas ações simples. Um exemplo é a realização de medições periódicas semanais, dos níveis dos reservatórios de distribuição em períodos de pouca utilização das edificações, por exemplo, entre as 18:00 horas de domingo e as 6:00 horas de segunda-feira. Tal análise permite quantificar a variação do volume de água, considerando que o decréscimo no nível da água nesse período se dará devido às perdas. Outra forma de investigação consiste no acompanhamento dos registros apresentados por hidrômetros instalados ao longo da rede de distribuição.

Uma melhor verificação será possível a partir desse projeto com a instalação de um hidrômetro no início das tubulações que abastecem o Prédio Principal.

6. Levantamento bibliográfico das legislações referentes ao aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis

Inicialmente, é importante ressaltar que não existe ainda no Brasil uma legislação específica do Ministério da Saúde que contemplem as questões quanto à utilização de águas pluviais. Surge assim a necessidade de se realizar pesquisas que permitam servir de subsídios para que se implantem portarias ou resoluções visando sempre atender os aspectos qualitativos, permitindo desta forma que a sociedade reconheça o potencial de aplicação do uso dessa água para as mais diversas finalidades contribuindo assim para a conservação e economia de água potável.

Outrossim, na utilização da água de chuva torna-se necessário adotar, mesmo em caráter temporário, a legislação disponível atualmente.

Alguns estados e mesmo municípios apresentam legislações específicas, destacando-se o município de Curitiba e o estado de São Paulo, apresentados a seguir.

Município de Curitiba

Lei nº 10.785/2003 de 18/09/03 - Cria criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE que tem como objetivo instituir medidas visando induzir à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. A lei municipal tratou da implantação de sistemas de captação da água de chuva em novas edificações sem o qual será negado o alvará de construção.

“Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada,

proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como: a) rega de jardins e hortas, b) lavagem de roupa; c) lavagem de veículos; d) lavagem de vidros, calçadas e pisos”.

“Art. 10. O não cumprimento das disposições da presente lei implica na negativa de concessão do alvará de construção, para as novas edificações”.

Estado de São Paulo

Decreto 12.342/1978 – O Código Sanitário do Estado de São Paulo, Decreto 12.342 de 27/09/78 determina no artigo 12 que sistemas de água não potável não devem ser misturados ou ter interligação ao sistema público de água potável e no artigo 19 que não se pode introduzir águas pluviais na rede de esgoto.

“Art. 12 – Não será permitida:

III – a interlocação de tubulações ligadas diretamente a sistemas públicos com tubulações que tenham água proveniente de outras fontes de abastecimento”.

Lei nº 13.276 e 04/01/2002- Torna obrigatória na Capital Paulista a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m². A lei estabelece que a água captada deverá preferencialmente ser infiltrada no solo, podendo ser direcionada a rede de drenagem após uma hora do término da chuva ou ainda ser utilizada para fins não potáveis. Observa-se aqui que na Cidade de São Paulo, bem como em outras cidades do estado o objetivo principal da captação da água de chuva é minimizar o risco de enchentes.

“Art. 19 – É expressamente proibida a introdução direta ou indireta de águas pluviais ou resultantes de drenagem nos ramais prediais de esgotos”.

No âmbito federal e especificamente no Estado do Rio de Janeiro, as mais importantes legislações vigentes, referentes ao aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis são as seguintes:

- Código de Águas - Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 - artigos 103 a 108;
- Norma NBR 15527/07- - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis;
- Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, que estabelece os padrões de qualidade para corpos d'água;
- A Lei nº 4.393 de 16 de setembro de 2004, dispõe na cidade do Rio de Janeiro, sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e dá outras providências.

Uma visão mais detalhada sobre as legislações brasileiras podem ser observadas no sítio eletrônico desenvolvido pelo projeto: www.prouso.eng.uerj.br.

7. Projeto de sistema de aproveitamento de água da chuva

De forma geral, o projeto e execução da construção de um sistema de captação de água de chuva, de forma eficiente, não exigem muitos esforços. Várias configurações são possíveis, desde as mais simples às mais complexas. O que determinará qual sistema é mais adequado para ser adotado incluem fatores como o custo, a disponibilidade material dos componentes para instalação, a demanda a ser atendida e a exigência do atendimento a padrões de qualidade para o uso final.

Conforme apresentado por Leal (2000) *apud* May (2004), no processo de coleta de água de chuva, são utilizadas áreas impermeáveis, normalmente o telhado. A primeira água que cai, lavando-o, apresenta um grau de contaminação bastante elevado e por isso é aconselhável o seu descarte. A água coletada através de calhas, condutores verticais e horizontais é armazenada em um reservatório podendo ser de diferentes materiais. A água armazenada deverá ser utilizada preferencialmente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em torneiras de jardim, para lavagem de veículos e para lavagem de roupas. A viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local, para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema.

Como apresentado a seguir, no caso do Campus Regional de Resende o projeto seguiu de forma um pouco diferenciada sendo levando-se em consideração as instalações previamente existentes bem como a possibilidade de futuras ampliações do sistema e a possibilidade de novas pesquisas. O trabalho foi iniciado com a análise dos dados pluviométricos da região seguido da avaliação das edificações e traçados de possibilidades possíveis para implementação do sistema. Maiores detalhes são apresentados a seguir.

7.1. Análise dos dados pluviométricos da região

Os dados de precipitação visando avaliar a disponibilidade pluviométrica da região foram obtidos a partir da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional² de Resende do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET, Esta estação foi aberta em 25 de maio de 1944, com Código INMET 83.738, localizada em Latitude de 22° 29', Longitude 44°28' e altitude de 439,89 m. A pluviosidade, quantidade de chuva precipitada em certo lugar durante um período determinado, foi determinada através de médias de dados diários entre os anos de 1997 e 2007. A **figura 15** apresenta a pluviosidade média mensal em milímetros para o período.

² Uma estação meteorológica convencional é composta de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc), que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer (www.inmet.gov.br).

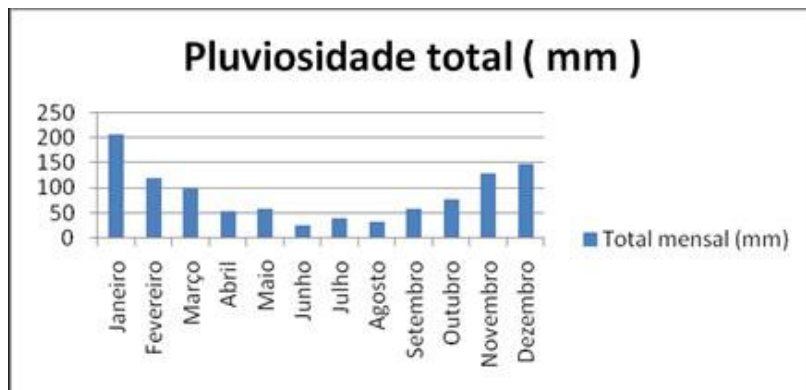


Figura 15. Pluviosidade total média mensal entre os anos de 1997 e 2007.

A precipitação média encontrada (P) para o local levou em consideração as médias entre os anos de 1997 e 2007, e foi de 1.054,95mm.

Segundo AZEVEDO NETO (1991), o aproveitamento de água de chuva para abastecimento público, tem sua disponibilidade considerada da seguinte forma de acordo com a precipitação anual:

- Baixa – menor que 1000 mm;
- Razoável – entre 1000 e 1500 mm;
- Excelente – acima de 2000 mm.

Desta forma, os dados apresentados para a precipitação média pode ser considerada razoável, sendo adequada a sua disponibilidade para o abastecimento.

7.2. Área de captação

Para a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva no Campus Regional de Resende, uma análise holística da edificação foi realizada, considerando dentro do contexto construtivo, os aspectos arquitetônicos, hidráulicos, estruturais, econômicos e ambientais da obra. Foram realizados levantamentos em relação aos projetos arquitetônicos, projetos hidráulicos das edificações, área de captação e contribuição dos telhados, como forma de determinar as reais possibilidades da utilização da água de chuva. Inicialmente foi previsto para a Unidade Piloto a captação da água de chuva de todo o telhado do Prédio Principal, contemplando um sistema filtração e posterior utilização nos banheiros do Prédio Principal e da Administração. Entretanto, como se verá a seguir, observou-se que dado às dimensões do telhado, a captação da água de chuva de parte do telhado do Prédio Principal e total do telhado da Casa de Máquinas, seriam suficientes para o atendimento da demanda.

Devido a problemas operacionais e de projeto, a área de coleta do prédio principal ficou limitada à parte lateral interna.

As áreas determinadas para captação da água de chuva foram:

- As coberturas do Prédio Principal – De uma área total de cobertura de 4.794m², apenas a área lateral interna do prédio foi aproveitada, com área total de 2.641m²;
- A cobertura da Casa de Máquinas – Área total de 420m².

A partir desses valores, a área total (A) para o cálculo da captação de água é de 3.071m².

A **figura 16** apresenta uma vista superior das coberturas do Prédio Principal e Casa de Máquinas utilizadas para captação.



Figura 16. Vista superior do Prédio Principal e da Casa de Máquinas – área de captação.

7.3. Determinação da quantidade de água de chuva a ser armazenada

Conforme a Norma NBR 15527/07 (Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos) o volume de água de chuva aproveitável é função do coeficiente de escoamento superficial (*runoff*, *C*) da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela equação 1:

$$V = P \times A \times C \times \eta \quad (1)$$

onde:

V – é o volume anual, mensal, ou diário de água de chuva aproveitável;

P – é a precipitação anual, mensal ou diária;

A – é a área de coleta;

C – é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff*);

η – é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

Determinação do coeficiente de escoamento superficial da cobertura

Observa-se, que nem todo volume de água de chuva precipitado é aproveitado devido às perdas, como, por exemplo, o descarte da primeira água, a evaporação e a limpeza do telhado. Para justificar estas perdas utiliza-se um valor a partir do quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total de água precipitada, denominado de coeficiente de escoamento superficial. Este coeficiente varia com a inclinação do telhado e com o material da superfície de captação.

Tomaz (2003) pesquisou coeficientes que variaram de 0,67 a 0,90. E para cada tipo de material utilizado no sistema de captação há uma faixa de valores numéricos de C correspondentes. A tabela 2 apresenta os valores encontrados para C de acordo com o material empregado.

Tabela 2. Faixa do coeficiente de escoamento superficial para cada tipo de material por diferentes autores.

Material	Faixa de C	Fonte
Telha Cerâmica	0,80 – 0,90	Holkes e Faiser <i>apud</i> Tomaz (2003)
	0,75 – 0,90	Van den Bossche <i>apud</i> Vaes e Berlamont (1999)
Telha Metálica	0,56	Khan <i>apud</i> May (2005)
	0,70 – 0,90	Holkes e Faiser <i>apud</i> Tomaz (2003)
Telha Esmaltada	0,85	Khan <i>apud</i> May (2005)
Cobertura de PVC	0,80 – 0,90	Van den Bossche <i>apud</i> Vaes e Berlamont (1999)
	0,94	Khan <i>apud</i> May (2005)
Betume	0,80 – 0,95	Van den Bossche <i>apud</i> Vaes e Berlamont (1999)
Telhados Verdes	0,27	Khan <i>apud</i> May (2005)
Pavimentos	0,40 – 0,90	Wilken <i>apud</i> Tomaz (2003)
	0,68	Khan <i>apud</i> May (2005)

Tomaz (2003), também salienta que o melhor valor a ser adotado como coeficiente de escoamento superficial para o Brasil é $C = 0,80$, (telha cerâmica) sendo este o valor utilizado para o projeto.

Determinação da eficiência do sistema de captação: coeficiente η

O valor de η foi baseado na eficiência dos filtros de limpeza utilizados no projeto, conforme informe do fabricante, que é de 0,9.

Determinação do volume de água de chuva aproveitável

Inicialmente, determinou-se o volume de água de chuva disponível para aproveitamento em função dos dados pluviométricos da região e da área de telhado disponível para captação.

Como apresentado, o volume de água de chuva foi determinada no projeto com as médias dos dados diários entre os anos de 1997 e 2007. A **figura 17** apresenta o volume de água de chuva disponível para o período utilizando a área total de captação igual a 3.071 m².

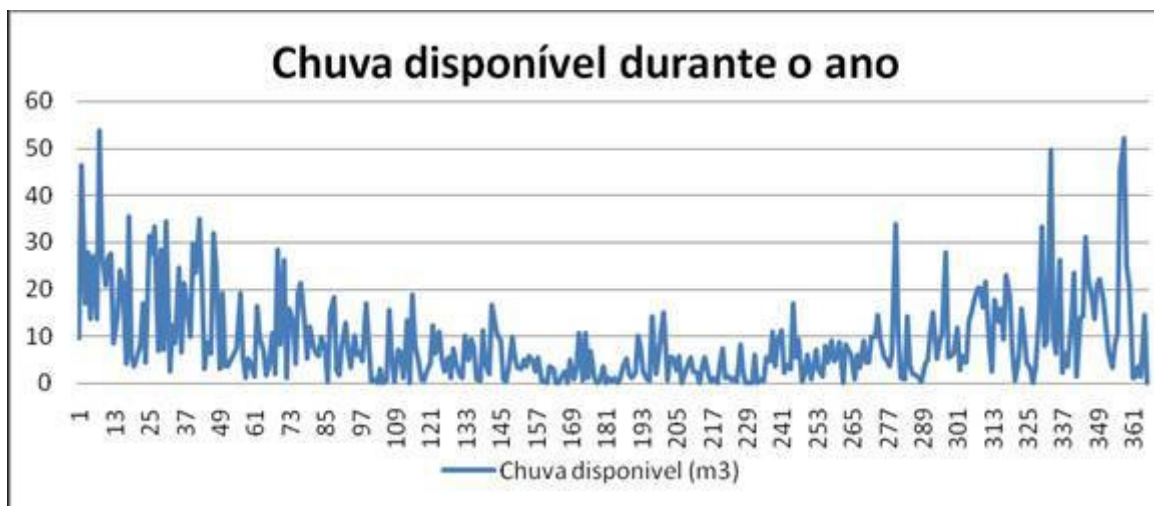


Figura 17. Volume de água de chuva obtido a partir dos dados médios diários para o período de 1997 a 2007.

A partir dos resultados apresentados pode-se observar que o valor do volume de chuva precipitada apresenta valores que tornam viável um projeto de aproveitamento de água pluvial.

Determinação da demanda de água não potável

O uso da água, excetuando a água utilizada para consumo humano, nas edificações do CRR é típico envolvendo basicamente descargas em mictórios, torneiras e bacias sanitárias; rega de jardins, lavagem de carros, além da reserva estratégica para incêndio. As estimativas da demanda de água não potável utilizadas no projeto, foram baseadas nos dados apresentados por TOMAS (2003), considerando os usos internos e externos, conforme apresentados na **tabela 3**.

Tabela 3. Demandas internas e externas de água não potável.

Demandas internas de água não potável.		
Uso da água	Faixa de valores	Frequência de uso
Bacia sanitária	6 – 18 L/descarga	5 descargas/hab/dia
Perdas por vazamentos em bacias sanitárias	9%	-
Banho	113 – 189 L/banho	1 banho/hab/dia
Demandas externas de água não potável.		
Uso da água	Faixa de valores	Frequência de uso
Rega de gramado ou jardim	2 L/dia/m ²	8 – 12 regas/mês
Lavagem de veículos	80 – 150 L/lavagem/carro	1 – 4 lavagens/mês
Mangueira de jardim	50 L/dia	20 vezes/mês

(adaptado de TOMAZ, 2003).

Para o cálculo da quantidade de água demandada foi levado em consideração o consumo diário de 28.048 litros, referentes a 20 vasos e 40m² de irrigação (demanda relacionada ao reúso de água pluvial).

Reservatório para armazenamento

De forma geral, o armazenamento é composto por reservatórios com o objetivo de armazenar a água de chuva. Ele deve ser dimensionado de forma a evitar perdas devido a chuvas intensas e prolongadas ou falta d'água por dimensões inferiores à necessária, sem que comprometa a viabilidade do projeto. Com o conhecimento da área de coleta e da precipitação média da região, além da demanda mensal, pode-se calcular o volume mínimo do reservatório. É importante também estar livre da entrada de luz, que permite o crescimento de algas e bactérias. Ao se construir o reservatório, se possível, deve-se enterrá-lo para que, desta forma, a água permaneça com temperatura constante, não aquecendo muito durante o verão nem esfriando em demasia durante o inverno. A cisterna é o item responsável pela maior parcela de custo do sistema. Por isso, deve ser realizado um dimensionamento criterioso da mesma, para não tornar a implantação do sistema inviável.

No caso do CRR, de forma a minimizar os custos de instalação, optou-se pelo aproveitamento de uma cisterna de 600m³ já existente, localizada na parte inferior da Casa de Máquinas. A **figura 18** apresenta uma vista da Casa de Máquinas onde se localiza o reservatório.



Figura 18. Vista da Casa de Máquinas onde se encontra o reservatório da água de chuva.

Em termos operacionais, observou-se que esta cisterna era utilizada anteriormente pela fábrica da Kodak. Assim, para sua efetiva utilização foram necessárias as seguintes ações:

- análise da qualidade da água que se encontrava armazenada verificando a possibilidade de seu descarte no solo sem ocorrência de maiores problemas ambientais e risco à saúde da população local ou mesmo a contaminação do solo;
- limpeza externa com retirada e corte de material e tubulação que se encontrava ligada ao reservatório;
- limpeza interna com jateamento.

Finalmente, tendo em vista a sua localização acima do solo e a demanda de água não potável a ser utilizada, optou-se por somente utilizar 1/3 da capacidade do mesmo, ou seja, 200m³. Este valor seria suficiente para o consumo de água não potável e evitaria a necessidade de um sistema de bombeamento para a entrada de água de chuva eliminando custos de energia elétrica e nos sistemas de operação e manutenção.

7.4. Balanco hídrico

A partir de todos os dados coletados foi realizado um balanço hídrico que determinou diversos aspectos relacionados à escolha do sistema de aproveitamento de água pluvial a ser adotado e sua viabilidade.

Para o mesmo, foram levados em consideração os seguintes dados:

- Área de captação: 3.071 m²
- Consumo diário: 28.048 litros (20 vasos e 40m² de irrigação)
- Capacidade do reservatório: aproximadamente 200.000 litros, sendo:
- Volume máximo de água de chuva no reservatório: 168.288 m³
- Volume máximo de água do poço no reservatório: 56.096 m³

Conforme os valores encontrados, tem-se como resultado da equação o valor de 2332,6m³ anuais ou 195m³ mensais médios.

7.5. Considerações quanto à área de captação e condutores

Área de captação

A área utilizada normalmente captação da água de chuva é o telhado ou a laje da edificação, que é o primeiro elemento que a precipitação terá contato. Por ser externa, estará sempre vulnerável à contaminação de diversas origens, como poluentes atmosféricos, folhas, galhos, pequenos animais e seus excrementos. Devido a esta condição, deve-se ter o cuidado com a manutenção e limpeza, na operação, descartar sempre os primeiros litros de água de cada chuva. Para não ocorrerem entupimentos nos condutores que levam a água até o reservatório de auto-limpeza ou outro dispositivo, o sistema de coleta de água de chuva deve conter um conjunto de peneiras para a retirada de galhos e folhas. Para esse processo pode ser utilizado um dispositivo na superfície da calha, uma grade que percorre toda sua extensão. A **figura 20** apresenta um exemplo desses de sistemas de grade de proteção de calhas.

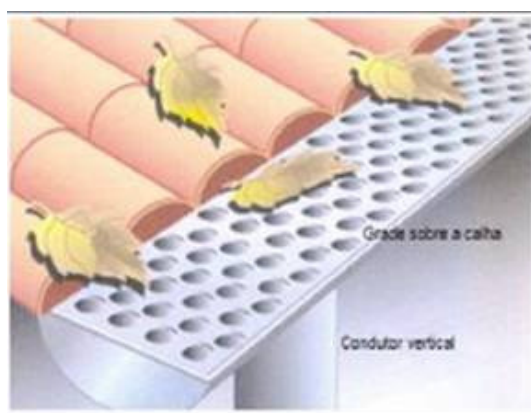


Figura 20. Sistema de grade localizada sobre a calha.
(WATERFALL, 2002).

No caso do CRR esta opção não foi utilizada uma vez que o projeto e o sistema de filtração não exigem esse procedimento.

Condutores

De forma geral, para este tipo de projeto, as calhas e os tubos de quedas deverão ser dimensionados de forma a evitar perdas significativas do volume precipitado. Deve-se procurar garantir que não entrem no reservatório elementos indesejáveis que possam prejudicar a qualidade da água. São os responsáveis pelo transporte da água para o sistema de armazenamento.

Em relação ao projeto, as calhas utilizadas foram as já existentes, enquanto que os tubos de quedas e os horizontais foram dimensionados e adquiridos em conformidade com as normas vigentes. As tubulações utilizadas são apresentadas na **figura 21**.



Figura 21. Exemplos de tubulação usada no projeto.

8. Acompanhamento das instalações e obras relativas à instalação do projeto piloto de captação de água de chuva

Após as escolhas de todos os equipamentos e materiais pertinentes ao projeto, deu-se o início as obras de instalação do sistema de aproveitamento de água de chuva, estando atualmente na fase de montagem dos equipamentos e acabamento de alvenaria. Também encontram-se em fase atual a coleta da água para análises laboratoriais com a finalidade de se determinar seu padrão de qualidade.

9. Análise dos resultados obtidos e plano de ação futura

Através das entrevistas, ainda não foi possível levantar todos os locais, além de banheiros, em que a água é utilizada, tais como restaurantes, etc. Para obter valores que representassem tanto a frequência como o tempo de uso dos dispositivos, fez-se uma média dos valores obtidos para cada dispositivo em cada local analisado.

Outros consumos que devem ser quantificados são os referentes a restaurantes e rega de jardins, entre outras atividades incluídas no consumo de água do campus. Para a estimativa desses consumos, os usuários responderam a um questionário, informando a utilização da água para a atividade que exerciam.

Para verificar a influência de uma resposta imprecisa no resultado final, deve ser feita uma análise da sensibilidade para cada dispositivo contidos no campus. Nessa análise, deverão ser aplicadas variações sobre os itens levantados, relativas ao uso dos dispositivos. No caso dos vasos sanitários, mictórios e filtros, deve ser aplicada a variação da frequência de uso do dispositivo cerca de -3 a $+3$ vezes, em intervalos de uma vez. A aplicação destas variações deve indicar alguma diferença no consumo total de água, determinando, assim, a influência de cada dispositivo no consumo total. Tal análise deve ser realizada para duas situações, ou seja, *a*) considerando alterações na resposta de um único usuário e *b*) considerando alterações na resposta de toda a amostra.

Nos consumos fornecidos pela Prefeitura dos Campi, deve ser averiguada a regularidade nos períodos de leitura dos hidrômetros, que atendam à frequência de 30 dias. Esse aspecto é importante de ser analisado, pois as leituras feitas sem regularidade causam grandes variações de consumos ao longo dos meses.

Nos levantamentos dos dispositivos, a vazão de torneiras, deve ser medida, conforme procedimento descrito na metodologia. Para vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios, os valores de vazão levantados na literatura podem ser adotados. Para os vasos sanitários com caixa acoplada e com caixa alta adotou-se o volume verificado *in loco*. A análise de sensibilidade é imprescindível neste trabalho, pois permitirá a realização de um ajuste entre o consumo estimado através de levantamento de dados e o consumo real de água nos edifícios. Tal análise é necessária, pois o consumo estimado contém imprecisões devidas às respostas dos usuários e às vazões adotadas e medidas. Dessa forma, os usos finais obtidos seriam válidos somente para o caso do Campus Regional de Resende.

Finalmente, ressalta-se a aplicação dos conhecimentos aqui adquiridos para a racionalização do uso da água em outros Campi da Universidade. Pretende-se ainda o desenvolvimento de novos projetos sustentáveis e econômicos aliando os benefícios do sistema de captação de água de chuva com o das mini-estações de tratamento de águas residuais.

10. Criação de um sítio eletrônico específico para o projeto

Como previsto na proposta, um sítio eletrônico específico para o projeto foi criado e pode ser acessado através do seguinte endereço: www.prouso.eng.uerj.br.

As imagens do sítio eletrônico estão apresentadas nas **figuras 17a e 17b**.

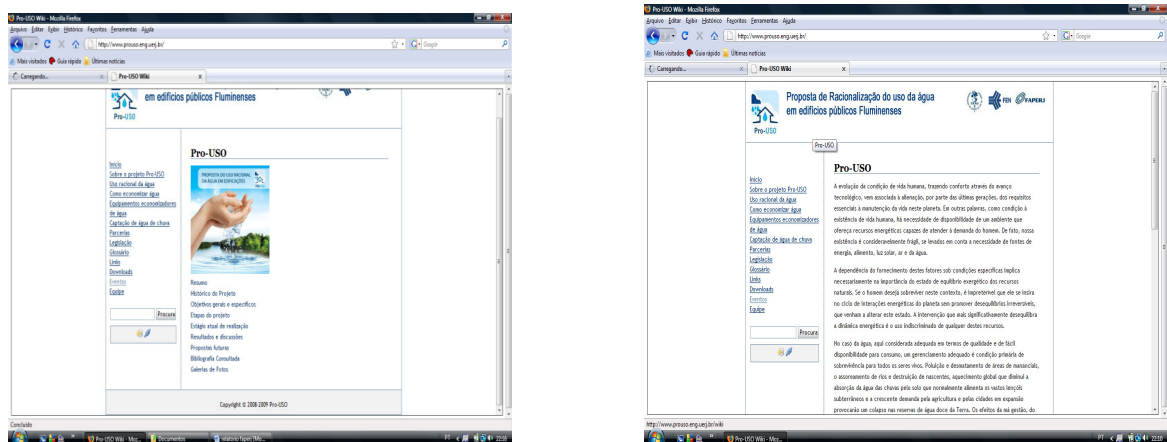


Figura 17. Imagens do sítio eletrônico do projeto. (a) Página sobre o projeto PRO-USO; (b) Página inicial do site.

A proposta de criação desse sítio eletrônico tem por objetivo servir de canal de informação, que possibilite o acesso às informações sobre o projeto e sobre o assunto abordado por ele. Garantindo assim que a divulgação aconteça tanto para a comunidade acadêmica quanto para público em geral.

11. Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Águas, 2003: *Projeto Paraíba do Sul*, (on line: <http://pbs.ana.gov.br>) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva-Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro. 2007.
- BAIRD, Colin. Química Ambiental. Tradução Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2a ed. Porto Alegre. Bookman. 2002.
- Braga, Benedito et al. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo. Prentice Hall. 2002.
- Catarino, Cláudio e LIMA, Omar. Reúso uma das ferramentas para o desenvolvimento sustentável. Monografia de Graduação Rio de Janeiro. 2002.
- Creder, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 5ª ed. Rio de Janeiro. LTC. 1991.
- GROUP RAINDROPS (1995) “Rainwater & You: 100 ways to use Rainwater”. Sumida City, Tóquio, Japan. Manual de utilização das águas pluviais (Trad. de FENDRICH, R.; OLYINIK, R. 2002. Livraria do Chain Editora. 167 pp. Curitiba- Paraná.
- Guilherme, Lumenna Barros; MATTOS, Arthur. Implantação do sistema de captação de águas de chuva para avaliar a viabilidade de sua utilização. Estudo de caso: Projeto piloto LARHISA/UFRN. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16, 2005, João Pessoa. Anais. João Pessoa: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- Jaques, R.C., *Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações*. Dissertação de Mestrado, 102 pp. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.
- Mancuso, Pedro Caetano Sanches. Reúso de Água. Manole. 2003
- May, Simone. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva Para Consumo Não Potável em Edificações. São Paulo. Dissertação do Mestrado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade do São Paulo. 2004.
- Silveira, André L. L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, CARLOS E. M. (Orgs.), Hidrologia Ciência e Aplicação. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.
- Tomaz, Plínio. Aproveitamento de Água de Chuva. 1.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.
- www.ana.gov.br/ - ANA – Agência Nacional de Águas
- www.agua-de-chuva.com - Technik - Gerenciamento Sustentável da Água de Chuva.
- www.ceivap.org.br - CEIVAP - Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
- www.docol.com.br – DOCOL Metais Sanitários
- www.fat.uerj.br - Faculdade de Tecnologia-Campus Regional de Resende.
- www.fee.ma.rj.gov.br – FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.
- www.idhea.com.br - DHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica.
- www.resende.rj.gov.br - Prefeitura de Resende.
- www.rio.rj.gov.br - Prefeitura do Rio de Janeiro.
- www.uerj.br - UERJ -Universidade do Estado do Rio de Janeiro.