

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA PESQUISA-AÇÃO PARA
APROVEITAMENTO DA ÁGUA GERADA PELO USO DOS CLIMATIZADORES
EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO**

**WATER RESOURCES MANAGEMENT: A RESEARCH-ACTION FOR USE OF
WATER GENERATED BY THE USE OF AIR CONDITIONERS IN A PUBLIC
EDUCATIONAL INSTITUTION**

Valter Antônio Senger, Raquel Fernanda Ghellar Canova, Leandro Dorneles Dos Santos e Jovani Patias

RESUMO

O reuso da água tem sido tratado como uma das saídas para os déficits hídricos aos quais as cidades e seus cidadãos estão sujeitos, nos últimos anos, e também futuramente. Por isso, buscar soluções para este problema pode ser muito importante para todos. Assim, o objetivo geral da presente pesquisa, foi promover ações sustentáveis de cuidado e reutilização da água, e refletir sobre políticas ambientais para contribuir na formação de profissionais na área de edificações, que estejam preocupados com o futuro do planeta. A metodologia utilizada foi, principalmente, a pesquisa-ação, definida a partir de estudos sobre a importância da economia de água potável e das consequências ocasionadas devido sua infiltração no solo junto as edificações, afetando diretamente na sua estabilidade. Ainda, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental no trabalho. Como resultado, utilizando apenas cinco equipamentos com capacidade de 8.000 BTU's, obteve-se o aproveitamento de aproximadamente 3.000 litros de água em 22 dias (o equivalente a um mês), já considerando as perdas por evaporação, sendo possível abastecer a cisterna da instituição nos períodos de menor incidência pluvial aferindo maior economia quanto ao consumo de insumos tratados, bem como uma proteção contra acidentes, eliminando a presença de umidade nas calçadas, além de proporcionar maior estabilidade à edificação reduzindo a presença de água junto às bases da do maciço.

Palavras-chave: água, reutilização, climatizadores de ar, sustentabilidade, educação ambiental.

ABSTRACT

The reuse of the water has been treated as one of the outputs to water deficits which the cities and their citizens are subject, in recent years, and also in the future. So, seek solutions to this problem can be very important for everyone. Thus, the overall objective of the present research was to promote sustainable actions of care and water re-use, and reflect on environmental policies to contribute to the training of professionals in the area of buildings, that are concerned with the future of the planet. The methodology used was mainly action research, set from studies on the importance of drinking water economy and the consequences occasioned due its infiltration into the soil along the buildings, affecting directly on its stability. Still, the bibliographical research and documentary research at work. As a result, using only five equipment with capacity of 8,000 BTU's, the use of approximately 3,000 liters of water in 22 days (the equivalent of a month), whereas the evaporative losses, being

possible to supply the cistern of the institution during periods of lower incidence pluvial checking about largest economy consumption of treated inputs as well as a protection against accidents by eliminating the presence of moisture on sidewalks, in addition to providing greater stability to the building reducing the presence of water near the bases of the massif.

Keywords: water, reuse, air coolers, sustainability, environmental education.

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea praticamente todos os processos envolvidos a agricultura, industrialização, e ainda, na rotina dos cidadãos, fazem uso, direta ou indiretamente, de recursos hídricos. Ultimamente, cada vez mais são observadas iniciativas no sentido da adoção de práticas e processos ambientalmente sustentáveis, levando em conta a continuidade da vida no planeta, preservando os suprimentos existentes e minimizando os volumes de efluentes gerados (LEMOS; FAGUNDES; SCHERER, 2011).

Estima-se que seja expandido o quadro de déficit hídrico já existente (SAUTCHUK, et al., 2004), e em função destas previsões, faz-se necessário que as pessoas tomem atitudes de preservação destes recursos finitos, como por exemplo, o reuso da água (MACÊDO, 2007).

Em função disto, o objetivo da presente pesquisa, foi promover ações sustentáveis de cuidado e reutilização da água, e refletir sobre políticas ambientais para contribuir na formação de profissionais na área de edificações, que estejam preocupados com o futuro do planeta. Também, objetivou-se estimular o uso consciente da água por meio da reutilização da proveniente geração desse material, por meio da utilização dos aparelhos climatizadores, a fim de reduzir o uso da água potável para fins de limpeza, sanitários e jardinagem, bem como impedir a presença constante da umidade na base das edificações para proteger o sistema de fundações das mesmas, preservando sua integridade, eliminando o efeito de carreamento das partículas de solo promovido pela infiltração da água junto à base das construções, e ainda, eliminar a umidade nas calçadas no entorno dos prédios para minimizar os riscos de acidentes.

Nesse ímpeto, a justificativa para realização desta pesquisa se deu pelo fato das calçadas no entorno das edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFARROUPILHA), câmpus Santa Rosa – RS, apresentavam-se constantemente úmidas, devido ao gotejamento de água dos aparelhos climatizadores de ar. A partir desta situação, os alunos do 1º ano do Ensino Médio do Curso Técnico em Edificação – modalidade Integrada¹ (EDI T6) realizaram dois questionamentos: 1) como aproveitar esta água e contribuir para a preservação do meio ambiente?; e 2) como a constante umidade observada pode interferir na segurança e estabilidade das edificações?.

O problema não centra-se apenas no desperdício de água, pois, além disso, a constante umidade nas calçadas deixa-as escorregadias, podendo causar acidentes devido à falta de atrito/aderência (escorregões). Também constatou-se que a infiltração de água junto a base das edificações acabam por causar patologias consideráveis relacionadas a estabilidade dos muros, ocasionados pelo carreamento das partículas de solo, causando recalques nas fundações, bem como o deslocamento das camadas de revestimento no entorno, trincas, fissuras, entre outros.

Portanto, para sanar a problemática descrita anteriormente, o presente artigo apresenta os procedimentos tomados pela turma EDI T6 junto aos equipamentos climatizadores da

¹ Cursos integrados são ofertados para os concluintes do ensino fundamental e para o público da educação de jovens e adultos (inciso I, art. 7º, Lei 11.892/2008). Os alunos cursam o Ensino Médio juntamente com o curso técnico.

instituição a que pertencem. A partir do exposto, a seguir são descritos os referenciais teóricos, a metodologia utilizada para a pesquisa, bem como os resultados, conclusões, limitações e sugestões de novos estudos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico tem o objetivo de expor os conceitos e teorias a respeito do tema central da pesquisa, sendo que neste caso em específico serão tratados a educação (como forma de ensinar e aprender), bem como a educação ambiental e, sobre a ação da água no solo, conforme segue.

2.1 EDUCAÇÃO: O ENSINAR E O APRENDER

Atualmente, nos encontramos em um contexto histórico onde nada é exato, vivemos em constantes transformações que nos norteiam a novas direções, fazendo-se necessárias modificações dos hábitos bem como das relações que ocorrem no cotidiano.

Hoje, a instituição necessita de um maior intercâmbio social na vida dos alunos, permitindo que se tornem além de conhecedores de determinados conceitos, melhores cidadãos, fazendo com que também seja significativa para a comunidade a que está inserida, pois, elas ampliam projetos que abarcam toda a coletividade, dando oportunidade a todos, desta forma atraindo os alunos ao que realmente eles querem, para que aprendam muito mais do que os conhecimentos básicos inseridos nas disciplinas de formação básica e/ou técnica, mas inclusive sobre cidadania e ética, que atualmente são os reais valores que caracterizam o indivíduo (SENGER, 2014).

Corroborando com a linha de pensamento de Souza (2003), Reis (2013) observa sobre a necessidade das escolas em preocuparem-se também, em oferecer uma formação cidadã que atenda, entre outros objetivos, um desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos cidadãos (discentes).

Em um contexto internacional, igualmente, constata-se a tendência de considerar, conforme afirma Hodson (2003), a importância da promoção de uma educação científica que deve estar preocupada em politizar os estudantes, de forma que, não deva abordar apenas sobre a cidadania, mas para a cidadania.

Essas lacunas do ensino vêm sendo observadas por diversos autores como: Duso e Maestrelli (2013); Miquelin, Filho e Conceição (2014); Macedo e Silva (2014), os quais acreditam que para ter cidadãos críticos perante a sociedade é preciso que no ambiente escolar sejam abordados temas, situações e/ou questões que se relacionem com a vida extra escolar. Os autores defendem que é necessário contextualizar os conteúdos, o que representa em uma aprendizagem mais significativa para os estudantes.

Diante da atual realidade vivenciada nas escolas Brito, Souza e Freitas (2008), consideram que o ensinar e o aprender estão baseados nas concepções de mundo e de ciência, mas em geral não mostram sua utilidade social, não explicam suas conexões com os problemas reais, ficando exposto apenas, como uma concepção positivista, em que o conhecimento é tido como acabado e sem “raízes”, sendo assim, descontextualizado.

Existem diferentes formas de aprendizagem, cada qual com seus processos distintos, porém, é necessário que se conheçam quais os fatores que influenciam na aprendizagem. Uma das preocupações com as quais o formador deve priorizar é criar situações que facilitem e favoreçam a aprendizagem, levando em consideração algumas variáveis como: o que ensinar; como ensinar; e a quem ensinar (SENGER, 2014). Frente a estes fatores e observando algumas reflexões de Duso (2013) onde o autor coloca que é preciso integrar os conteúdos a

vida dos alunos, com o propósito de fornecer meios para que eles possam compreender de forma crítica o mundo que os cerca.

Nesse contexto Duso (2013), diz que a escola deve promover uma educação científica que divulgue os avanços das Ciências, pois, além da necessidade é um dever social, sendo imprescindível que se transmita para os estudantes uma ciência mais atual, histórica, social crítica e humana.

Ao refletir sobre os contextos históricos envolvidos nos processos de desenvolvimento da educação, percebe-se uma relação que caracteriza o ensinar e o aprender passando pelos vínculos pessoais, considerando-se como início, o meio familiar, passando pelos grupos comunitários, religiosos até a escola se fixar como ambiente de ensino. Portanto, pode-se afirmar que é o vínculo afetivo que vai dar suporte ao processo inicial de aprendizagem. Conforme Wallon (1978), seu status é fundamental nos primeiros meses de vida, determinando a sobrevivência, sendo que no decorrer do desenvolvimento, os vínculos afetivos vão ampliando-se e começa aparecer à figura do professor com forte relação no que se refere ao ensino e aprendizagem durante o período escolar.

Para aprender, necessitam-se dois personagens (ensinante e aprendente) e um vínculo que se estabelece entre ambos. (...) Não aprendemos de qualquer um, aprendemos daquele a quem outorgamos confiança e direito de ensinar (FERNANDEZ, 1991, p. 47 e 52).

Sendo assim, é possível afirmar que:

[...] toda a aprendizagem está ligada a afetividade, já que ela ocorre a partir de interações sociais através de um processo de vínculo, que transcende o campo cognitivo dos conteúdos escolares encontrados nos livros, escrita, etc. passando por uma base afetiva (SENGER, 2014, p. 6).

Dessa maneira, a instituição escolar representa o espelho do contexto social e econômico a que pertence. E, ao levar em conta "determinado tipo de conteúdo a ser ensinado ou método para facilitar esse processo" (ARANHA, 1996, p. 74), a escola não somente difunde conhecimentos intelectuais, como também transmite valores morais, regras de comportamento, modos de pensar, os quais estão escondidos nas atuações pedagógicas.

A partir dos progressos socioeconômicos, existiu a necessidade "da escola como instrumento de transmissão do saber acumulado, embora restrito a alguns" (ARANHA, 1996, p. 72) adequar uma educação sistematizada, onde os componentes considerados eficazes para transmissão às pessoas são submetidos a uma seleção por profissionais especializados e determinados para estarem exercendo cargos específicos (OLIVEIRA, 2001).

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Os debates e grandes conferências relacionadas às questões ambientais expressam a necessidade de colocar em prática uma educação ambiental contextualizada, que contribua para uma nova visão de mundo que supere o antropocentrismo presente em nossa cultura. Porém, apesar do empenho, de maneira intencional ou não, esta dimensão da educação não tem avançado.

Uma contribuição importante para esta discussão da Educação Ambiental atual é dada por Leff (2011), quando ele afirma que a esta foi "reduzida a um processo geral de conscientização dos cidadãos" (p.249), a partir da incorporação de conteúdos meramente

ecológicos e fragmentados. Assim, trabalha-se com a fragmentação do ‘saber ambiental’ que o torna reduzido a uma breve capacitação sobre problemas pontuais.

Ramos (2006) compartilha da mesma opinião quando fala que a Educação ambiental deveria ser trabalhada a partir da “compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (p.104), observa-se em documentos oficiais apenas a preocupação em enfatizar conteúdos ecológicos.

Assim, a Educação Ambiental ideal deve buscar uma interação entre os diversos aspectos que tratam da questão ambiental (econômico, social, tecnológico, político), pois, devido ao caráter sistêmico e global do ambiente, não é possível trabalhar cada um deles isoladamente (SANTOS e SATO, 2003).

O projeto “Água para a Vida” foi desenvolvido para romper com a ideia de que a Educação Ambiental é uma teoria bonita nunca colocada em prática. O desejo de fazer algo para utilizar a água dos aparelhos climatizadores de ar partiu dos alunos da turma EDI T6 e a partir de então os professores trabalharam a base teórica que efetivou um trabalho de Educação Ambiental.

Para que a Educação Ambiental ocorra de maneira efetiva, é preciso compreender como o ser humano integra o ambiente. Segundo Moreira (2009, p.13):

A natureza pela natureza não faz parte da vida e das preocupações do homem. Ela só entra nos seus planos enquanto um processo metabólico no qual a natureza é incorporada como dado essencial à reprodução dos homens enquanto seres vivos e esta reprodução incorpora por sua vez conteúdo social à natureza. Em geografia falamos de socialização da natureza, para referir a esse processo de incorporação recíproca na qual a natureza é transformada na sociedade na mesma medida em que a sociedade é transformada em natureza. E o metabolismo cresce em significado histórico-estrutural.

Além de compreender a 'socialização da natureza', há outras relações que devem ser analisadas. As relações sociais humanas e a chamada relação ser humano – natureza, também tem uma fundamentação físico-biológica que precisa ser conhecida:

No interior da relação metabólica homem e natureza relacionam-se a partir das relações que os homens estabelecem entre si mesmos, de tal modo que é o conteúdo social da relação homem-homem que passa a orientar a relação homem-natureza, assim se passando um conteúdo social para a natureza. É neste entrecruzamento que a lei natural deixa de reger sozinha o processo ecológico, já que as leis sociais que regulam as relações entre os homens através do metabolismo também passam a regê-lo, lei natural e lei social se entrelaçando e se fundindo na dinâmica global do metabolismo. [...] De modo que na relação ecológica não existe uma relação física ou social pura e simples entre o homem e a natureza. Somos parte dela do ponto de vista orgânico da evolução enquanto seres animais, e por isto todo homem precisa alimentar-se, vestir-se e habitar, o que só se obtém através do intercâmbio metabólico (MOREIRA, 2009, p.13).

Assim o trabalho desenvolvido no projeto “Água para a Vida” mostrou a integração com o meio ambiente e não a fragmentação. Pensou-se nos benefícios ambientais, sociais e econômicos, pois considerou-se a economia de água potável e o aproveitamento da água dos climatizadores de ar e a preservação das estruturas edificadas para o uso humano, o que consequentemente gerou economia no valor da conta de água, redução quanto a manutenção das edificações e a concretização de um trabalho de educação ambiental, que muitas vezes fica apenas na teoria.

2.3 RECALQUE

Para Rebello (2008), a existência de água no solo é um princípio favorável, pois, diminui a tensão aplicada ao solo. Porém, a água sob pressão, pode ser expulsa para regiões de menor pressão no solo, o que certamente tende a provocar vazios, levando ao recalque das fundações. Já para Falconi (1998), a percolação de água nos solos, é responsável pela frequência de recalques devido à diminuição dos vazios do solo, que ocorre pela expulsão da água, influenciando assim na estabilidade das edificações, porque a tensão efetiva a qual comanda o comportamento do solo, dela depende a pressão neutra da água que percola pelos capilares. Ainda segundo Rebello (2008), recalque é a deformação do solo quando submetido a cargas, provocando movimentação nas fundações que, dependendo da sua intensidade, pode acabar por proporcionar sérios danos à estrutura.

De acordo com Caputo (1988), traçam-se também as curvas tempo/recalque para cada um dos estágios de carregamento. Essas curvas permitem a determinação do coeficiente de adensamento e permeabilidade dos solos, onde a água presente no solo das fundações tende a proporcionar o recalque das mesmas. A deformação por adensamento (recalque), ocorre devido a diminuição no volume aparente do maciço de solo, causada pelo preenchimento dos vazios antes ocupados pela água, expulsa em função da carga de pressão sobre a fundação aplicada ao solo. Classificam-se assim como recalques lentos, quando se tratando de argilas, devido ao seu baixo coeficiente de permeabilidade (CAPUTO, 2012). Já para Rebello (2008), o recalque por adensamento, pode ser estabilizado quando toda a água entre os grãos de solo é expulsa, não havendo mais diminuição no volume do solo.

Destaca-se ainda que o bombeamento da água existente no interior do solo, consiste em rebaixar o nível do lençol freático. Esse procedimento tem por objetivo tornar possível a execução de fundações ou de garagens em subsolos de edifícios (REBELLO, 2008). Ainda segundo o mesmo autor, o rebaixamento do lençol freático produz diminuição na pressão neutra (de baixo para cima), provocando aumento da pressão efetiva (peso do solo) (REBELLO, 2008). Dessa maneira, ocorre um aumento de pressão sobre o solo, o que tende a provocar recalques sem a necessidade de haver aumento na carga sobre a fundação.

Com as infiltrações de água junto às fundações diretas, o solo sob as mesmas acabam sendo carregados, com isso provocando vazios, impedindo a transmissão adequada das cargas ao solo (REBELLO, 2008). A presença de infiltração de água no solo, principalmente junto às fundações, afeta o comportamento dos solos colapsíveis² e expansíveis, causando danos às mesmas. Ainda, de acordo com a NBR ABNT 6122:2010, a presença de água nas fundações é prejudicial a estabilidade do maciço. Por estes motivos, de acordo com Falconi (1998), deve-se verificar o potencial de instabilidade hidráulica dos solos, provocado pela passagem de água, causando o carregamento das partículas, de maneira que evitando a presença da mesma nas fundações, aumenta-se a vida útil dos maciços edificados.

3 METODOLOGIA

A metodologia tem por foco organizar a forma como a pesquisa é conduzida através dos processos envolvidos ao objeto investigado. Nessa linha, Gil (2010) afirma que busca-se classificar a pesquisa, pois elas se referem aos mais diversos objetos e perseguem objetivos

² Um solo colapsível é o que apresenta “estrutura metaestável, com baixo grau de saturação e que, por efeito de molhagem e/ou de carregamento (sobrecarga ou peso próprio) é conduzido a um radical rearranjo de partículas, acarretando sensível redução de volume” (TEIXEIRA, 1993, p. 5).

muito diferentes. Assim, a seguir serão apresentados as respectivas classificações, bem como a maneira como se deu a pesquisa, dentro dos aspectos metodológicos.

A pesquisa foi classificada como exploratória, uma vez que procurou-se, com sua aplicação, entender melhor sobre as questões relacionadas a reutilização de água proveniente do funcionamento dos climatizadores, localizados no IFFARROUPILHA - câmpus de Santa Rosa, RS. Isto fica evidente quando Gil (2010) conceitua pesquisa exploratória como aquela que visa aprofundar-se no entendimento de um ou vários objetos de pesquisa.

Quanto às delineamentos, Gil (2010) afirma que as pesquisas acadêmicas podem assumir diferentes formas, como por exemplo, pesquisa bibliográfica, documental, estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa participante, entre outras. No presente estudo, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, quando buscou-se o referencial teórico junto a livros, *journals*, artigos, e outras publicações pertinentes e importantes para esta construção, assim como a pesquisa documental, uma vez que foram utilizados documentos do IFFARROUPILHA para que fosse possível escrever o item 4 deste artigo, como por exemplo, contas de fornecimento de água, plantas arquitetônicas, hidro sanitárias e de instalação dos climatizadores.

No entanto, destaca-se que o principal delineamento utilizado foi a pesquisa-ação, que segundo Thiollent (2011), é aquela pesquisa onde os pesquisadores fazem parte do objeto estudado, fazendo com que os problemas e as soluções emergem da população ou grupo pertencente ao ambiente onde se desenvolve a pesquisa.

Este delineamento objetiva resolver ou esclarecer os problemas situacionais, prevendo assim, uma interação explícita entre pesquisadores e pessoas envolvidas na situação investigada, o que deverá resultar em uma ordenação dos problemas a serem resolvidos, bem como suas soluções (THIOLENT, 2011).

Segundo Franco (2005, p. 489), a pesquisa-ação deve acontecer “em ambientes onde acontecem as próprias práticas” e para Dresch, Lacerda e Antunes Junior (2015, p. 25), “pressupõem-se a cooperação e o envolvimento entre os pesquisadores e os integrantes do sistema que está sendo utilizado”, o que deve acontecer em diversos momentos da pesquisa (GIL, 2010). Ainda, Franco (2005) escreve que a pesquisa é executada no mesmo ambiente onde as práticas da pesquisa-ação são aplicadas, dependendo ainda de uma dinâmica coletiva que permita o aprendizado dos participantes do processo.

Contudo, a pesquisa-ação requer uma espécie de roteiro para organizar sua execução, mas conforme escreve Thiollent (2003, p. 47), “naturalmente [este roteiro], não deve ser visto como sendo exaustivo ou como o único possível. Em cada situação, os pesquisadores, juntos com os demais participantes, precisam redefinir tudo o que eles podem fazer”.

Estas fases compreendem, segundo Thiollent (2011), principalmente: a exploratória, onde busca-se descobrir o campo de pesquisa e quais os interessados na mesma, desenvolvendo o diagnóstico da situação e dos problemas; a fase principal, onde é definido o direcionamento para a investigação, utilizando-se para isso, grupos de estudos e/ou coletas de dados que possam gerar decisões, propostas, conhecimento e informação, sendo que nesta fase deverão ser elaborados os problemas a serem resolvidos com a pesquisa, buscando assim, as soluções e as propostas de ação para tal resultado; a fase da ação, que consiste em executar as ações planejadas, tornando o objeto de análise concreto, avaliando os resultados alcançados, verificando se estes alcançaram os objetivos da pesquisa; e a fase da divulgação, onde deve-se divulgar as informações externamente em diferentes setores interessados, como congressos, conferências, livros, entre outros que surgirem como interesse do pesquisador.

Destaca-se que, apesar de serem citadas estas fases, o autor define que são obrigatórias a fase exploratória (primeira) e a fase de divulgação externa (última), sendo que as fases intermediárias devem ser utilizadas “em função das circunstâncias e da dinâmica interna do grupo de pesquisadores no seu relacionamento com a situação investigada” (THIOLENT,

2003, p. 47). Quanto à sequência entre as fases, não existe uma rigidez para segui-las, sendo que:

[...] há um constante vaivém entre as preocupações de organizar um seminário, escolher um tema, colocar um problema, coletar dados, colocar outro problema, cotejar o saber formal dos especialistas com o saber informal dos “usuários”, colocar outro problema, mudar de tema, elaborar um plano de ação, divulgar resultados etc. (THIOLLENT, 2011, p. 56).

Assim, a seguir são demonstradas as fases e suas respectivas caracterizações e ações executadas durante a pesquisa (Quadro 1), sendo que estas fases aconteceram e se repetiram sem uma ordem engessada ou pré-determinada, conforme a teoria relacionada a este delineamento propõe.

Quadro 1 – Fases da pesquisa-ação aplicada

FASES	MECANISMOS DE CONTROLE E EXECUÇÃO DE ATIVIDADES
Fase exploratória	<ul style="list-style-type: none"> - Atores diretos: pesquisadores; - Atores indiretos: discentes da turma EDI T6; - Aspectos metodológicos e técnicos: utilizou-se pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões. - Atividades executadas: <ul style="list-style-type: none"> a) Os discentes da turma EDI T6 foram reunidos para relatar problemas relacionados ao tema água, que estivessem ocorrendo dentro da instituição; b) A partir desta reunião inicial, definiu-se o objetivo da pesquisa e o problema a ser resolvido (vide introdução); c) Também foram definidos os atores diretos e indiretos; d) Ainda foi construído o cronograma de atividades, bem como o envolvimento dos integrantes da pesquisa.
Fase de formulação do problema	<ul style="list-style-type: none"> - Atores diretos: pesquisadores; - Atores indiretos: discentes da turma EDI T6; - Aspectos metodológicos e técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões; - Atividades executadas: <p>Foram efetuados estudos a respeito da possibilidade de utilização da água em atividades não relacionadas ao consumo humano, uma vez que o escopo da pesquisa não inclui o seu tratamento. Assim, definiram-se os problemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) como aproveitar a água proveniente do funcionamento dos climatizadores de ar, contribuindo para a preservação do meio ambiente? 2) como a constante umidade nas calçadas circundantes das edificações, pode interferir na segurança e estabilidade das mesmas?
Seminários	<ul style="list-style-type: none"> - Atores diretos: pesquisador; - Atores indiretos: discentes da turma EDI T6; - Aspectos metodológicos e técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões; - Atividades executadas: realizaram-se reuniões para discussões a respeito de diversos assuntos, realizadas em diferentes momentos, permeadas por conteúdos relacionados às disciplinas de formação técnica, como solos, fundações, estruturas, materiais, alvenaria, meio ambiente, segurança, entre outros. Destacaram-se os seguintes seminários: <ul style="list-style-type: none"> a) reunião para definir quais materiais seriam utilizados (industrializados, reutilizados ou, reciclados); b) reunião para organização da coleta, limpeza dos materiais;

	<p>c) reunião para montagem dos componentes de coleta da água;</p> <p>d) reunião para coleta de dados;</p> <p>e) reunião para instalação do sistema;</p> <p>f) reunião para avaliação pós instalação do sistema;</p> <p>g) reunião para escrita de relatório técnico para as disciplinas: materiais e técnicas construtivas I; máquinas, equipamentos, ferramentas e segurança no trabalho;</p> <p>h) reunião de apresentação do projeto.</p>
Coleta de dados	<p>- Atores diretos: pesquisador;</p> <p>- Atores indiretos: discentes da turma EDI T6;</p> <p>- Aspectos metodológicos e técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões e, práticas;</p> <p>- Atividades executadas:</p> <p>a) primeiramente, realizou-se uma coleta de água em um dos aparelhos climatizadores, como forma de quantificar o volume produzido e, assim, entender se a realização da pesquisa seria pertinente;</p> <p>b) coletaram-se dados bibliográficos relacionados às possíveis patologias causadas em função da presença de água constante junto à base das edificações;</p> <p>c) realizou-se coleta de dados junto às plantas baixa relacionadas ao sistema pluvial das edificações, capacidade de armazenamento e, canalizações existentes.</p>
Fase de ação	<p>- Atores diretos: pesquisador;</p> <p>- Atores indiretos: discentes da turma EDI T6;</p> <p>- Aspectos metodológicos e técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões e, práticas;</p> <p>- Atividades executadas:</p> <p>a) A partir da medição do volume de água produzido pelos equipamentos, verificou-se que além das possíveis patologias no maciço, também acontecia proliferação de limo nas calçadas, podendo causar problemas de saúde e segurança aos usuários;</p> <p>b) Definiu-se um método para ligação do sistema de coleta com o pluvial existente;</p> <p>c) procedeu-se a fixação dos coletores, conexão dos climatizadores de ar e, ligação dos mesmos a rede pluvial;</p> <p>d) realizaram-se medições ao final da rede pluvial (na entrada da cisterna), a fim de quantificar o volume coletado, considerando as perdas por evaporação/infiltração.</p>
Fase de divulgação externa	<p>- Atores diretos: pesquisador;</p> <p>- Atores indiretos: discentes da turma EDI T6;</p> <p>- Aspectos metodológicos e técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, reuniões e, práticas;</p> <p>- Atividades desenvolvidas: a presente pesquisa foi divulgada:</p> <p>a) em nível institucional;</p> <p>b) no site da instituição;</p> <p>c) em evento municipal;</p> <p>d) neste artigo científico.</p>

Fonte: os pesquisadores (2016).

A partir da caracterização da metodologia, e especialmente das etapas do processo de pesquisa-ação desenvolvidas, apresentam-se a seguir, os resultados e discussões do presente trabalho de pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em meio a poluição do meio ambiente enfatizada diariamente nos meios de comunicação, vem se buscando cada vez mais formas de minimizar essa degradação ambiental. Desse modo, a partir do tópico a seguir será apresentado o modo de minimizar esta degradação que é objeto deste estudo.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO ALVO

O referido projeto de coleta de água dos climatizadores de ar foi desenvolvido no IFFARROUPILHA, situado a Rua Uruguai, nº 1675, Bairro Central, Santa Rosa, RS. O Câmpus Santa Rosa iniciou suas atividades de ensino com a posse dos primeiros servidores docentes e técnicos administrativos no dia 26 de janeiro de 2010 sendo que, o próprio Instituto Federal Farroupilha foi constituído apenas dois anos antes em 2008 pela Lei nº 11.892, de 29/12/2008.

Atualmente, o Câmpus conta com aproximadamente 1.200 alunos, 60 docentes efetivos, 50 Técnicos Administrativos, os quais atuam para que 4 cursos de graduação (4 turmas na Administração, 4 na Matemática, 2 na Arquitetura / Urbanismo e 2 na Biologia) e 6 cursos técnicos (6 turmas do integrado, 12 do subsequente, 3 do Proeja, e 4 cursos EAD), aconteçam em três turnos de atividades de ensino.

4.2 SITUAÇÃO PRÉVIA DO SISTEMA

A instituição possuía em torno de oitenta aparelhos climatizadores distribuídos pelos oito prédios do Câmpus (sendo um administrativo, três pedagógicos, uma biblioteca, um refeitório, um prédio para laboratórios e um ginásio poliesportivo com salas de aula em anexo). Estes equipamentos tinham um funcionamento aproximado de 14h por dia, considerando 22 dias de funcionamento por mês.

Quanto ao sistema hidráulico, parte destas instalações estão ligadas a uma cisterna construída para armazenamento das águas pluviais, sendo estas captadas dos telhados de quatro dos oito prédios existentes. O sistema de armazenamento foi construído com capacidade para armazenar cerca de 124.000 litros, dos quais, 50.000 litros são utilizados nos banheiros, especificamente nas caixas de descarga das bacias sanitárias das edificações contribuintes, e também para outras atividades de limpeza e manutenção. O volume a mais, é destinado às instalações de combate contra incêndios, distribuídas nas edificações existentes na instituição. Em média (2015), conforme controle administrativo, a instituição consumiu em torno de 480 metros cúbicos ao mês, volume este proveniente de abastecimento público fornecido pela concessionária local (CORSAN), levando em consideração a utilização de alguma quantidade armazenada pelas chuvas, as quais não são medidas até o momento.

Quanto aos problemas gerados pelo gotejamento da água proveniente do funcionamento dos aparelhos climatizadores de ar, destacavam-se o limo acumulado nas calçadas em torno dos prédios, bem como o risco de problemas estruturais provenientes de possíveis recalques provocados pelo excesso de água nestes espaços.

4.3 O PROJETO

O projeto, consistiu na implantação de um sistema de captação e canalização da água produzida pelos climatizadores de ar para a cisterna da instituição, mantendo um volume constante neste reservatório, inclusive no verão quando o volume de precipitações é menor e a utilização dos equipamentos climatizadores é maior, permitindo o abastecimento normal de maneira reduzida, quanto ao volume de água fornecida pela CORSAN.

Percebeu-se, com base em observações, que a quantidade de água produzida em cada um dos aparelhos ao longo do dia era considerável, de forma a instigar os alunos e docentes aos questionamentos: 1) como aproveitar esta água nas atividades cotidianas e ao mesmo tempo contribuir para a preservação do meio ambiente?; e (2) como a constante umidade observada nas calçadas circundantes das edificações pode interferir na segurança e estabilidade das mesmas?

Pelo fato da instituição possuir cerca de sessenta aparelhos climatizadores instalados nos três prédios contribuintes (objeto de estudo), permanecendo ligados por um período médio de 14 horas diárias, em aproximadamente 22 dias por mês, por um período anual em torno de 5 meses, observou-se então, a necessidade de quantificar o volume de água desperdiçado, propondo o armazenamento da mesma para uso tanto na limpeza das áreas de convivência, como também nos sanitários (considerando já existir instalações para este fim, aumentando o volume de água gratuito).

A presente ação considerou que a quantidade liberada pelos condensadores varia de acordo com a potência do aparelho, o tempo de funcionamento e o clima da região, sendo que, em climas mais úmidos, os climatizadores condensam uma maior quantidade de água.

A partir destas constatações, iniciaram-se os procedimentos da pesquisa. Antes da implantação do sistema, foi realizada a canalização da saída de um dos climatizadores utilizando uma mangueira de nível (Figura 1), diretamente para uma garrafa PET, como forma de quantificar o volume de água gerado dentro de um determinado período.

Figura 1 – Instalação da mangueira de nível



Fonte: Pesquisa (2015).

Em 30 minutos cronometrados, o funcionamento do equipamento climatizador de ar de 18.000 BTU's gerou dois litros de água, enquanto que o de 8.000 BTU's precisou de 60 minutos para atingir o mesmo volume, ambas as medições elaboradas simultaneamente sob as mesmas condições climáticas e com os equipamentos regulados a mesma temperatura, medidos a partir de uma garrafa PET reutilizada para este fim, como demonstra a Figura 2.

Figura 2 – Captação da água para quantificação de volume



Fonte: pesquisa (2015).

Após verificação do volume gerado, quantidade de equipamentos e capacidade de abastecimento, passou-se a separação dos materiais para implantação do projeto, sendo que, foram utilizados para o direcionamento das águas: garrafas PET de 2 litros, cola quente, grampos, tubulação de PVC para rede de esgoto diâmetro 50 mm, buchas e parafusos, considerando que a instituição já possui cisterna para armazenamento das águas pluviais, estas são canalizadas na rede subterrânea que conduzem a precipitação até o reservatório.

Tão logo elaborada a verificação do volume gerado, quantidade de equipamentos e capacidade de abastecimento, passou-se a definição da captação e direcionamento até a cisterna utilizando a canalização já existente de direcionamento das águas pluviais. A captação é feito por intermédio de uma mangueira flexível transparente ligada na saída do equipamento gerador até a tubulação de queda, esta confeccionada com garrafas PET acopladas, como observa-se na figura 3.

Figura 3– Fixação das tubulações verticais e conexões, com a tubulação horizontal



Fonte: pesquisa (2015).

O direcionamento para a canalização pluvial existente foi instalado em tubulação horizontal de PVC branco (esgoto) diâmetro de 50 mm, recebendo conexões tipo “Tê”

posicionadas a cada interseção para receber as tubulações de queda. O projeto piloto foi instalado em uma das faces do prédio administrativo da instituição mencionada anteriormente, como apresenta a Figura 4.

Figura 4 – Projeto piloto instalado em meia face de uma das edificações da instituição



Fonte: Autores (2015).

Desta maneira, foi possível observar o funcionamento do sistema, e posteriormente, partir para as generalizações do projeto piloto para o restante dos equipamentos da instituição, conforme pode ser observado a seguir.

4.4 RESULTADOS PÓS IMPLANTAÇÃO

Como resultado inicial, utilizando apenas cinco equipamentos com capacidade de 8.000 BTU's, obteve-se o aproveitamento de aproximadamente 3.000 litros de água em 22 dias (o equivalente a um mês), já considerando as perdas por evaporação, pois, o volume foi medido exatamente em período de estiagem, sendo possível coletar apenas as águas geradas pelos aparelhos climatizadores ao desaguar na cisterna da instituição.

Replicando o resultado obtido pelo número de aparelhos instalados junto às edificações (3 unidades) da instituição, foi possível constatar que podem ser coletados 28 litros de água por aparelho por dia. Sendo um total de 60 equipamentos, são 1.680 litros de água por dia, considerando 22 dias úteis por mês, teremos 36.960 litros de água ao mês para abastecer uma cisterna com capacidade de suporte de 124.000 litros, ou seja, somente com o volume de captação em três meses e meio, é possível completar e transbordar toda a capacidade da cisterna sem a contribuição de precipitações. Se considerarmos que, durante 5 meses aproximadamente são utilizados os climatizadores diariamente, somente com eles seria possível armazenar cerca de 184.800 litros de água, significando uma autonomia de um mês e meio sem a incidência de chuvas para o abastecimento da cisterna.

Quanto à segurança das calçadas localizadas ao redor do prédio, foi possível verificar que, a partir da correta coleta e condução da água proveniente dos equipamentos de climatização, cessaram as formações de limo, sendo possível transitar novamente nestes espaços em perfeita segurança para os usuários destas áreas. Da mesma forma, ao interromper

o gotejamento nestes espaços específicos, eliminaram-se os riscos de recalque nas fundações dos prédios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que, com a implantação da coleta de águas descartadas pelos climatizadores, pode-se abastecer a cisterna da instituição nos períodos de menor incidência pluvial aferindo maior economia quanto ao consumo de insumos tratados, bem como uma proteção contra acidentes eliminando a presença de umidade nas calçadas, além de proporcionar maior estabilidade à edificação reduzindo a presença de água junto às bases da do maciço.

É importante destacar ainda, que foi utilizada uma quantidade considerável de vasilhames (garrafas PET) antes considerados lixo, dando a eles utilidade funcional e contribuindo com a preservação do solo, visto que os frascos utilizados não estarão presentes em aterros sanitários.

Desta forma, entende-se que os objetivos traçados anteriormente para a presente pesquisa foram atendidos em sua totalidade, pois o objetivo geral, que era promover ações sustentáveis de cuidado e reutilização da água, provocando assim reflexões sobre políticas ambientais para contribuir na formação de profissionais na área de edificações, que estivessem preocupados com o futuro do planeta, se deu no momento em que os alunos buscaram resolver um problema prático a partir da aplicação de conceitos de sustentabilidade e seu alinhamento com sua profissão.

Ainda, objetivou-se com esta pesquisa estimular o uso consciente da água por meio da reutilização da proveniente geração desse material, por meio da utilização dos aparelhos climatizadores, a fim de reduzir o uso da água potável para fins de limpeza, sanitários e jardinagem, bem como impedir a presença constante da umidade na base das edificações para proteger o maciço das mesmas, e ainda, eliminar a umidade nas calçadas no entorno dos prédios para minimizar os riscos de acidentes, o que foi possível a partir da aplicação das técnicas de coleta e canalização da água proveniente do funcionamento dos aparelhos de climatização do ar, conforme demonstrado no item 4 deste artigo.

Destaca-se, no entanto, que a partir dos resultados alcançados com a pesquisa, foi possível observar que a cisterna atual tem uma capacidade projetada para a coleta da água da chuva, e que, se esta estiver cheia, tornará a coleta implementada pelo trabalho exposto ineficaz, no sentido da sustentabilidade, já que o excedente será descartado.

Por fim, faz-se necessário enfatizar que fala-se muito em preservação nos dias atuais. Porém, a partir desta pesquisa científica, entendeu-se que são as pequenas intervenções que fazem realmente a diferença, servindo este trabalho também como exemplo e incentivo na conscientização dos futuros profissionais, os quais serão os responsáveis pelo futuro de nosso planeta.

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como limitações, destaca-se o fato da cisterna estar localizada longe dos pontos de coleta nos prédios, proporcionando maior perda por evaporação e infiltração na canalização de concreto, limitando ainda, a quantidade de prédios utilizados no projeto piloto. Também identificou-se como uma limitação, a dificuldade para fixação das garrafas PETs nas paredes do prédio, bem como os respectivos encaixes entre as mesmas.

Outra limitação encontrada se apresentou no tempo de execução da pesquisa em função da burocracia existente, por se tratar de uma instituição federal, para compras de materiais como canos, conexões e outros necessários para a pesquisa.

7 SUGESTÕES DE NOVOS ESTUDOS

A partir do exposto, apresenta-se por sugestão uma pesquisa que abranja a mensuração de equipamentos semelhantes ao apresentado em estudo (climatizadores ou outros que liberem água no seu processo) junto a outros órgãos públicos (assim como em organizações não-governamentais e iniciativa privada) no município de Santa Rosa/RS e região, para posteriormente efetuar a inserção dessas organizações no projeto desenvolvidos pelos alunos e, dessa forma, ampliar os benefícios de economicidade e de sustentabilidade proporcionado pelo mecanismo.

O projeto também poderá servir de base aos novos profissionais da área de edificações para que, ao projetarem suas obras, já pensem em soluções relacionadas a captação dessas águas, seu direcionamento para uso na própria edificação, de forma que, suas soluções relacionadas a habitações, indústrias, comércios e áreas públicas, tenham previsão sustentável, contemplando os equipamentos geradores de algum tipo de resíduo, de maneira que possam ser reaproveitados em benefício da coletividade com soluções inteligentes, eficazes e sustentáveis.

Ainda, sugere-se que sejam feitos novos estudos quanto ao volume histórico de coleta pluvial no Câmpus, bem como o transbordo da cisterna e também a utilização desta água no sistema hidráulico predial. Estas medições poderão gerar informações a respeito da necessidade de novas cisternas, bem como suas capacidades, além de poder prever a redução do consumo atual, que é de 480 metros cúbicos por mês em média.

REFERÊNCIAS

ARANHA, M. L.A. **Filosofia da educação**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1996.

ARENDT, Hannah. **Entre o passado e o futuro**. São Paulo: Perspectiva. 1978.

BREGA FILHO, D. MANCUSO, P. **Conceito de reuso de água**. In: Mancuso, P., Santos, H. dos (org). Reúso de água. Barueri, SP: Manole (USP). 2003.

BRITO, D. L., SOUZA, L. M. e FREITAS D. Formação Inicial de Professores de Ciências e Biologia: A Visão da Natureza do Conhecimento Científico e A Relação Ctsa. **Interacções**. v. 4, n. 9, p. 129-148. 2008.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUSO, L.; MAESTRELLI, S. R. P. Contribuições do Uso de uma Controvérsia Sociocientífica no Ensino de Ciências: Uma Perspectiva Interdisciplinar. In: **IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias**. Girona, 2013.

FALCONI, F. F. Et al. **Fundações: Teoria e Prática**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1998.

FERNÁNDEZ, Alicia. **A inteligência aprisionada**: abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família. Trad. Iara Rodrigues. Porto alegre: Arte Médicas. 1991.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.3, p.483-502, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a11v31n3.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2016.

HODSON, D. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, 2003. p. 645–670. Disponível em: <http://fcis.oise.utoronto.ca/~jwallace/Reading_8.pdf?FCItemID=S0E5BCDA7>. Acesso em: 2 maio 2016.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Traduzido por Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LEMO, Paulo Rogério; FAGUNDES, Renata Magalhães; SCHERER, Minéia Johann. Reaproveitamento de água para fins não potáveis em habitações de interesse social. **X Salão de Iniciação Científica PUCRS**. 2011. Disponível em: <http://www.edipucrs.com.br/XSalaoIC/Ciencias_Sociais_Aplicadas/Arquitetura_e_Urbanismo/70444-PAULO_ROGERIO_LEMO.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.

MACEDO, C. C; SILVA, L. F; Os Processos de Contextualização e a Formação Inicial de Professores de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 19, n. 1, p. 55-75, 2014.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e águas**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

MIQUELIN, A. F; FILHO, N. C. S; e CONCEIÇÃO, S. A. H. Mediação da trilogia “Fundação” como possível parâmetro para análises do determinismo tecnológico no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências Tecnologia**. v. 7, n. 1. 2014.

MOREIRA, Ruy. A GEOGRAFIA E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: o modo de ver e pensar a relação ambiental na Geografia. **Espaço em Revista**. v. 11, n. 1, Jan/Jun, 2009.

NUNES, R. T. S. **Conservação da água em edifícios comerciais**: potencial de uso racional e reuso em shopping center. 2006. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação de Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, Pêrsio S. de. **Introdução à sociologia**. 24 ed. São Paulo: Ática, 2001.

RAMOS, Elizabeth Christmann. **A abordagem naturalista na educação ambiental**: uma análise dos projetos ambientais de educação em Curitiba. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Humanas), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2006.

REIS, P. A Discussão de Assuntos Controversos no Ensino das Ciências. Escola Superior de Educação de Santarém. **Inovação**, 12, 2013.

SANTOS, José E. dos; SATO, Michèle. Universidade e Ambientalismo – Encontros não são despedidas. In: SANTOS, José E. Dos; SATO, Michèle (orgs.). **A contribuição da educação ambiental à esperança de Pandora**. São Carlos: RiMa, 2003.

SAUTCHUK, C. A.; et al. **Conservação e reuso de água: manual de orientações para o setor industrial**. v. 1. São Paulo: FIESP, 2004.

SENGER, Valter A. **Os processos de aprendizagem no ensino superior**. Artigo científico, 2014.

SOUZA, Francisco Darcy Silva de. **Preservação do ambiente uma ação de cidadania**. 1. ed. Fortaleza: Brasil Tropical, 2003.

TEIXEIRA, C. Z. **Comportamento de estacas escavadas em solos colapsíveis**. 1993. Dissertação (Mestrado em geotecnia), Escola de engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, SP, 1993. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-26082014-164105/publico/dissertacao.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

_____. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

WALLON, H. **Do acto ao pensamento**. Lisboa, Portugal: Moraes Editores. 1978.