

Práticas de Gestão de Água em Campi Universitários - Uma revisão bibliográfica

THALES EDUARDO TAVARES DANTAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ISABELLA PIMENTEL PINCELLI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SEBASTIÃO ROBERTO SOARES

Práticas de Gestão de Água em Campi Universitários - Uma revisão bibliográfica

Palavras chave: Gestão ambiental, Gestão de águas, Universidade

INTRODUÇÃO

A água é um recurso imprescindível à produção de bens indispensáveis ao desenvolvimento econômico e social, é um elemento vital para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta. Sem água a vida não existe (Wolkemer e Pimmel, 2013). O uso de água no mundo cresceu e continua crescendo, nos últimos 100 anos ele aumentou seis vezes (Wada et al., 2016), o setor que mais capta água doce é a agricultura, o que corresponde a 70% do uso de água mundial (UNESCO, 2018). O crescimento do consumo de água é devido ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico e mudança de padrões de consumo, entre outros fatores (UNESCO, 2018).

Paralelamente à isso, nem toda a população mundial tem acesso à água potável para consumo humano, segundo a WHO e UNICEF (2017), em 2015 isso representava 71% da população. Dessa forma, a universalização de acesso à água potável ainda é um desafio mundial (WHO e UNICEF, 2017). Ao mesmo tempo, sistemas de abastecimento de água sempre apresentam perdas devido a ineficiências técnicas, considerando a escassez hídrica perdas elevadas são desperdícios de recursos naturais, no Brasil em 2016 o índice de perdas era de 38% (SNIS, 2018).

O padrão de desenvolvimento de crescimento econômico pode ser o principal fator dos atuais problemas ambientais. Atualmente os efeitos alarmantes que a destruição do meio ambiente está provocando apontam para uma crise epistêmica. Dessa forma, a água é sem dúvida um dos recursos naturais mais afetados (Wolkemer e Pimmel, 2013), trazendo consequências locais e globais para a vida no planeta.

Além da problemática da escassez de disponibilidade hídrica, a poluição e degradação da qualidade das águas doces são desafios atuais. Estima-se que 80% dos despejos industriais e dos esgotos sanitários são lançadas no meio ambiente sem nenhum tratamento (UNESCO, 2017). Em 2015, 2,3 bilhões de pessoas no mundo careciam de um sistema de saneamento básico (WHO e UNICEF, 2017). No Brasil em 2008, apenas 28,5% dos municípios tratavam seu esgoto (IBGE, 2010). Isso resulta em uma crescente deterioração da qualidade da água dos recursos hídricos, com impactos negativos sobre a saúde humana e os ecossistemas (UNESCO, 2017). Sistemas de saneamento e de tratamento de águas residuárias seguros e eficientes são fundamentais para proteger a saúde pública e os recursos hídricos (UNESCO, 2017, e WHO e UNICEF, 2017).

Ademais, influências antrópicas provavelmente têm alterado o ciclo hidrológico global desde 1960, muito provavelmente elas têm contribuições substanciais para o aquecimento dos oceanos e para o aumento nível médio do mar, observado desde a década de 1970 (IPCC, 2015), contribuindo, portanto, para o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Diante dessas problemáticas, o Relatório de Brundtland (1987) concebe o Desenvolvimento Sustentável como o que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades. Em 1992, a água doce foi destacada na Agenda 21 como um dos tópicos de preocupação mundial (UN, 1992). Em 2015 a ONU, a fim de dar continuidade aos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio e atualizar a definição de Desenvolvimento Sustentável apresentada ao mundo em 1987, lançou os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), envolvendo as mais diversas frentes necessárias para implementar ações em prol das agendas internacionais de sustentabilidade, sendo o objetivo sexto assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Portanto, um dos desafios mundial para o desenvolvimento sustentável é a gestão de águas.

Nesse contexto, as universidades têm um papel primordial nas questões do desenvolvimento sustentável (Amaral, Martins e Gouveia, 2015). Segundo a Declaração de Talloires, acordo firmado entre mais de 350 administradores universitários, afirmando seu comprometimento com a sustentabilidade ambiental no ensino superior de suas instituições, as universidades têm um papel importante na educação, pesquisa, formação política e na troca de informações necessárias para que seja possível um desenvolvimento sustentável. Os líderes universitários devem iniciar e apoiar a mobilização de recursos internos e externos de modo que as suas instituições respondam a este desafio urgente (ULSF, 1990). Uma universidade totalmente comprometida com a sustentabilidade enfatiza uma abordagem interdisciplinar e holística para promover os conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para construir um mundo mais sustentável para as gerações atuais e futuras (Calder e Dautremont-Smith, 2009). Dessa forma, universidades se apresentam como organizações com profunda importância na instrução e disseminação das temáticas relacionadas ao desenvolvimento sustentável, sendo o uso sustentável das águas uma temática de grande relevância.

Este estudo objetiva, através de uma revisão bibliográfica, analisar as principais práticas de gestão de águas em universidades que contribuem para a promoção de sustentabilidade. A seguir é apresentada o problema de pesquisa e objetivo, posteriormente a fundamentação teórica, metodologia da pesquisa, os resultados encontrados e sua discussão, e por fim, a conclusão.

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

A escassez de disponibilidade hídrica, a poluição e a degradação da qualidade das águas doces, aliadas ao uso e à gestão inadequados da água são problemas atuais enfrentados mundialmente. Nesse contexto, as universidades têm papel primordial para a gestão de água de maneira sustentável. Dessa forma, esse estudo busca preencher a lacuna da falta de conhecimento das experiências de práticas de gestão de água implantadas por universidades espalhadas pelo mundo, que foram relatadas na literatura científica. E assim, contribuir para a construção de instrumentos para a promoção de sustentabilidade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Frente à esfera organizacional, as questões ambientais são comumente geridas sobre o guarda-chuva da gestão ambiental, que, dependendo do enfoque da organização em questão, se apropria de diferentes temas ambientais, como: resíduos sólidos, energia, licenciamento ambiental, poluição atmosférica, e água. A última, refere-se então ao que é denominado neste artigo como Gestão da Água, que trata de prática de gestão ambiental voltada ao setor hídrico, como o manejo da distribuição da água, gestão dos rios, e disposição de efluentes. Abaixo tais conceitos são dispostos e destrinchados com maior profundidade.

Gestão ambiental

A gestão integrada ambiental consiste na gestão holística de uma região ambiental, considerando todos os elementos e reconhecendo as interconexões entre os sistemas naturais e antrópicos. Além disso, a gestão integrada ambiental deve ser estratégica, de modo a realizar diagnósticos e análises para direcionar o planejamento de ações futuras (Margerum, 1999).

Segundo a norma brasileira ISO 14001 (2015), faz parte da abordagem sistemática de gestão ambiental: a proteção ambiental através da prevenção e mitigação de impactos ambientais; o atendimento aos requisitos legais; análise do ciclo de vida dos produtos e serviços produzidos e consumidos com o intuito de prevenir impactos ambientais; o alcance de benefícios financeiros resultantes da implementação de alternativas ambientais; a comunicação sobre as informações ambientais. A implementação das práticas de gestão ambiental está baseada no

ciclo de planejamento, implementação dos processos conforme planejados, monitoramento dos processos e ações e revisões para a melhoria contínua (ISO 14001, 2015).

Organizações têm implementado sistemas de gestão ambiental que visam a promoção de sustentabilidade. Utilizam-se sistemas de gestão para o gerenciamento de aspectos ambientais, a fim de cumprir requisitos legais e abordar riscos e oportunidades de uma determinada organização (ISO 14001, 2015).

Nota-se que universidades cada vez mais adotam noções de gestão ambiental para melhor gerenciar seus aspectos e impactos ambientais, implementando ações estratégicas para a promoção da sustentabilidade dentro do campus. Dentre boas práticas de gestão ambiental universitária de organizações brasileiras alguns exemplos são: A criação de uma Comissão de Sustentabilidade, Relatório de Sustentabilidade (UFSC, 2016) e Plano de Logística Sustentável pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (UFSC, 2017); A criação do Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com o intuito de investir em melhorias no setor de mobilidade e uso eficiência de água e energia (UFRJ, 2014); e a gestão ambiental da Prefeitura do Campus Universidade de São Paulo da Capital (PUSP-C), que com o objetivo de consolidar a universidade na vanguarda da sustentabilidade brasileira, gere o projeto Campus Sustentável, que implementa projetos de diversas áreas, como gestão energética, gestão integrada de resíduos, gestão hídrica, dentre outros.

Gestão de águas

A água é, sem dúvida, um recurso natural que precisa ser preservado e as principais atividades que dependem dela também são as que mais contribuem para a sua degradação (Matos et al, 2013).

Antigamente, a gestão de recursos hídricos era pautada na resolução de problemas ambientais de saneamento, como o tratamento das águas residuárias, por meio de abordagens de engenharia. Apesar disso, nem todos os problemas foram resolvidos, mesmo em países desenvolvidos. Atualmente, a abordagem de gestão de recursos hídricos não está mais focada na solução para fins-de-linha, mas considera a complexidade do problema, abrangendo as dimensões ambientais, econômicas e sociais (Wostl, 2002).

No Brasil, a gestão de águas doces, dos recursos hídricos é baseada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9.433 de 1997, conhecida como Lei das Águas. No Brasil, a disponibilidade hídrica é expressiva, representando 14% da água doce no planeta. Entretanto, essa avaliação quantitativa não mostra a distribuição desigual nos Estados, nem os graves problemas de poluição das águas superficiais. Isso requer uma mudança cultural, tendo em vista que um dos objetivos da lei é a racionalização do uso da água (Wolkmer e Pimmer, 2013). A gestão dos recursos hídricos brasileira objetiva a coordenação eficiente e sustentável do uso da água (ANA, 2017). A Agência Nacional de Águas (ANA) é a entidade responsável pela gestão dos recursos hídricos a nível federal, atuando na implementação da PNRH (ANA, 2017). A gestão de águas é feita por meio dos componentes do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, que conta com diversos órgãos estatais, cada um com sua responsabilidade definida, sendo eles: Conselho de Recursos Hídricos, órgão gestor, e comitês de bacias hidrográficas.

Como exemplificação de práticas de gestão de águas, tem-se a conservação, reciclagem de água e reutilização e práticas eficazes de gestão de águas pluviais são importantes para manter e proteger abastecimento de águas subterrâneas. A conservação da água e a gestão eficaz das águas pluviais reduzem, assim, a necessidade de descarga de efluentes em abastecimento de água superficial local, o que ajuda a melhorar a saúde dos ecossistemas aquáticos locais. Entretanto, qualquer estratégia de reutilização da água que envolva mudanças nos hábitos das pessoas terá que alcançar aceitação social para ser bem-sucedida (Friedler et al.2006). Enquanto algumas pessoas acreditam que a reutilização da água é viável e muitas vezes

desejável, a aceitação dentro das comunidades científica e técnica está longe de ser uniforme, especialmente quando o grau de contato aumenta (Matos et al, 2013). Ainda, a captação, transporte e tratamento de águas são grande impulsionadores do consumo de energia, de modo que as instituições podem ajudar a reduzir o uso de energia e o gás de efeito estufa emissões associadas à geração de energia pela conservação de água (AASHE, 2017).

Em grandes *campi* universitários, o uso de água é equiparável ao uso desses recursos por pequenas e médias cidades (Bonet et al., 2002). Neste contexto, o tema da gestão de águas no nicho universitário se trata de prática de gestão ambiental voltada ao setor hídrico, como o manejo da distribuição da água, gestão dos corpos hídricos situados nos *campi* universitários, e disposição de efluentes.

METODOLOGIA

A metodologia de revisão bibliográfica empregada foi por meio de artigos científicos na base de dados SCOPUS para a combinação das palavras-chave “*water*” e “*campus*”. Foram encontrados 68 artigos científicos relacionados ao tema. O processo de seleção do portfólio foi feito por meio da triagem inicial a partir da leitura de títulos e resumos, onde selecionou-se aqueles que responderam à seguinte pergunta: “Esse artigo apresenta alguma prática de gestão de águas em *campi* universitários?” Esta primeira seleção resultou em 30 artigos. Posteriormente, iniciou-se a busca dos documentos disponíveis na íntegra e a leitura dos mesmos, onde foi possível identificar as principais práticas de gestão ambiental voltadas à questão hídrica no contexto universitário. O portfólio final da busca conta com 21 artigos, pelo qual foi possível selecionar práticas e atividades relacionadas à gestão das águas em *campi* universitários.

Posteriormente, as práticas de gestão de águas identificadas foram caracterizadas em prática de redução de consumo de água de abastecimento, recuperação de corpos d’água, sistemas de gestão ambiental, pesquisa de opinião, tratamento de efluentes, recuperação de corpos d’água e monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na prática, a gestão ambiental universitária apresenta diversas práticas e ferramentas que auxiliam a melhor gestão da água no âmbito de *campi* universitários. O Quadro 1 apresenta um resumo dessas atividades encontradas na literatura.

Quadro 01 – Prática de gestão da água na literatura

Autores (Ano)	Título do Artigo	Journal/Revista	Prática de Gestão da Água	Detalhes da Prática
Abdelalim, A. et al (2015)	Visualization of energy and water consumption and GHG emissions:A case study of a Canadian University Campus	Energy Buildings	and Consumo de água	Métodos para analisar o consumo de água em cada edifício e os seus impactos ambientais, medidos pela área útil e tipo de ocupação. Dessa forma, pode-se compreender o desempenho de consumo de água de cada e edifício
Ayolabi, E. A. et al (2013)	Mapping saline water intrusion into the coastal aquifer with geophysical and geochemical techniques: the University of Lagos campus case, Nigeria	SpringerPlus	Recuperação do corpo hídrico	Mapeamento e análise da intrusão de água salina e de metal pesado em aquífero sob a universidade, na qual a extração excessiva de água subterrânea é responsável pela intrusão da água salgada no aquífero.

Bonnet, J.F. et al (2002)	Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration	Journal of Cleaner Production	Consumo de água	Análise do consumo de água baseado na proporção de área de superfície. Propõe-se um método que mostra a participação relativa dos principais usos da água e permite estimar o potencial de conservação do consumo de água.
Büyüksulu, H. et al (2018)	Indoor and tap water radon (²²² Rn) concentration measurements at Giresun University campus areas	Applied Radiation and Isotopes	Qualidade da água	Análise de radônio (²²² Rn) na água de abastecimento do campus universitário.
Cockerill, K. & Carp, J. (2009)	Leveraging opportunities for campus sustainability: a case study of water resources	Sustainability: Science, Practice and Policy	Sistema de gestão	Estudo de caso sobre a gestão dos recursos hídricos de um campus universitário de forma sustentável. A gestão acontece por meio da sinergia dos diversos atores envolvidos e dos papéis da universidade com o ensino, pesquisa e extensão na comunidade onde está inserida.
Chai, H. X. et al (2011)	Water conservation: Construction and operation of management and technology systems for green campus	Environmental Engineering and Management Journal	Sistema de gestão	Proposição de um sistema de gerenciamento para a conservação de água em um campus. Baseado no aperfeiçoamento dos sistemas de gestão da conservação da água; a popularização de instalações que promovem a conservação de água; e a utilização de recursos hídricos não tradicionais
Chin, K. S. et al (2003)	Isolation of legionella from cooling towers and potable water systems in hospital and non-medical buildings in a university campus	Journal of Health and Translational Medicine	Qualidade da água	Análise da presença de legionella na água potável de uma universidade.
Cho, S. et al (2017)	Real-time experiment of water security measurement sensors in a drinking water system: Case study: The Colorado State University Campus	Environmental Forensics	Monitoramento	Descrição do monitoramento em tempo real virtual de um sistema acadêmico de distribuição de água no campus da Universidade Estadual do Colorado, EUA.
Ding-Quan, N. (2018)	Lead as a legendary pollutant with emerging concern: Survey of lead in tap water in an old campus building using four sampling methods	Science of the Total Environment	Qualidade da água	Estudo da quantidade de chumbo em água potável em sete locais de amostragem em um prédio antigo com canos de chumbo na Universidade Nacional de Taiwan.
Farag, K. S. I., et al (2018)	Monitoring subterranean water regime at the new Ain Shams university campus in Al-Obour city (northeast of Cairo, Egypt) using both azimuthal very low frequency-electromagnetic and DC resistivity sounding techniques	Journal of African Earth Sciences	Monitoramento	Análise de técnicas de sondagem para o mapeamento e monitoramento das estruturas de condutividade elétrica vertical e lateral de áreas inundadas, por acumulações de água subterrânea, no local do campus. O estudo pode auxiliar um programa de desaguamento.

Johnson, L. & Castleden, H. (2011)	Greening the campus without grass: using visual methods to understand and integrate student perspectives in campus landscape development and water sustainability planning	Area	Survey	Survey para identificação de barreiras à participação em iniciativas de sustentabilidade e como o envolvimento em atividades sustentáveis no campus pode alterar a paisagem.
Khattak, N. U. et al (2011)	Radon concentration in drinking water sources of the Main Campus of the University of Peshawar and surrounding areas, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan	Radioanal Nuclear Chemistry	Qualidade da água	Análise da radioatividade de amostras de água retiradas de poços que abastecem o campus principal da Universidade de Peshawar.
Liu, X. et al (2016)	Study on Treatment of Campus Domestic Wastewater for Landscape Water Treatment by Hydrolytic Acidification - Biological Contact Oxidation Process	Chemical Engineering Transactions	Tratamento de efluentes	Análise de parâmetros de qualidade da água de efluente tratado no campus visando determinar a possibilidade do uso secundário para irrigação de paisagem;
Mahmud, M.H. (2018)	Technical Strategy for Revitalizing Urban River Water Quality Through Structural Approach at National University of Malasya (UKM), Bangi Campus. Selangor, Malaysia	Applied Ecology and Environmental Research	Recuperação de corpo hídrico	Análise de informações técnicas sobre a revitalização da qualidade da água do rio urbano através de uma abordagem estrutural no rio urbano Alur Ilmu, Universidade Nacional da Malásia.
Matos, C., et al (2013)	Academics perception towards various water reuse options: University of Trás-os-Montes e Alto-Douro - UTAD Campus (Portugal) as a case study	Urban Water Journal	Survey	Survey para identificação de aceitação de água de reuso para usos com pouco, médio e muito contato.
Mitsch, W. et al (2008)	Tropical wetlands for climate change research, water quality management and conversation education on a university campus in Costa Rica	Ecological Engineering	Tratamento de efluentes	Uso de wetlands para o estudo de efeitos de mudanças climáticas, qualidade da água e gestão de princípios ecológicos.
Oduro-Kwarteng, S. et al (2014)	Water conservation potential in educational institutions in developing countries: case study of a university campus in Ghana	Urban Water Journal	Consumo de água	Análise do potencial de conservação de água em instituições de países em desenvolvimento através do estudo de caso do campus universitário em Kumasi, Ghana, focando na redução da demanda de água.
Saeedi, I. & Darabi, H. (2014)	Campus Landscape Design Based on Resilience Approach in Water Shortage State (Case Study: Campus of Malayer University	Journal of Environmental Studies	Sistema de gestão	Em condições de escassez hídrica, são apontadas soluções para a gestão da água para o uso paisagístico, como a captação de água da chuva, a reutilização de água cinza, o plantio ecológico e inteligente com a seleção de espécies que requerem pouca água.

Seymour, R. M. & Bauske, E. W. (2009)	Implementing Water Conservation Education for University Campus Facilities and Grounds Managers	Journal of Extension	Consumo de água	Relato de um workshop para gestores de universidades públicas para a redução do uso de água. Enfatizou-se a adoção de auditorias como uma ferramenta de planejamento e experiências de estudos de caso.
Tarawneh, T. M., et al (2010)	A Community Service Approach to Solving Campus Water Consumption Issues: A Case Study from Jordan	Applied Environmental Education & Communication	Consumo de água	Relato de curso de capacitação aos estudantes sobre o consumo e desperdício de água. E, posterior realização de campanhas de educação ambiental relativas ao consumo de água promovidas pelos estudantes capacitados.
Vedachalam, S. & Mancl, K. M. (2012)	Water Resources and Wastewater Reuse: Perceptions of Students at The Ohio State University Campus	The Ohio journal of Science	Survey	Pesquisa de opinião de estudantes universitários sobre recursos hídricos e o reuso de águas residuais. Observa-se a familiaridade com a universidade que já realiza o reuso de suas águas residuais têm fortes impactos positivos na percepção da boa qualidade das águas de reuso.

Fonte: Autores (2018)

As formas de práticas de gestão de água mais recorrentes na revisão bibliográfica aqui apresentada foram, respectivamente, consumo de água de abastecimento, qualidade da água, e pesquisas de opinião (*survey*) sobre práticas de gestão implementadas.

A prática mais estudada pelos autores citados refere-se ao consumo de água nas universidades, sendo analisado por cinco dos artigos aqui apresentados. Nota-se que este tema foi abordado de maneira diversificada. Algumas universidades, como a Universidade de Carleton no Canadá e a Universidade de Bordeaux, desenvolveram uma metodologia para avaliar os consumos por edifícios e por área construída (Abdelalim, 2015, Bonnet, 2002). Outras universidades, como a Universidade de Ciência e Tecnologia Kwame Nkrumah em Ghana, avaliou o potencial de redução do consumo de água pela universidade (Oduro-Kwarteng, 2014). Outras universidades adotaram práticas de capacitação de gestores e estudantes universitários para disseminarem a cultura de redução do consumo de água (Tarawneh et al, 2010 e Seymour & Bauske, 2009). A maior aderência do tema “consumo de água” nas universidades está diretamente ligada aos principais objetivos de um sistema de gestão ambiental padrão, onde a água é tratada não somente como um fator ambiental, mas também como um aspecto que reflete diretamente na esfera econômica da gestão ambiental da organização, uma vez que, em muitos países, serviços de abastecimento de água são muito dispendiosos.

Estudos de qualidade da água de efluentes universitários também foram frequentemente mencionados na literatura analisada. Constatou-se que as universidades estudadas realizaram análises da qualidade da água de abastecimento em seu campus para a identificar a presença de diferentes componentes, como radônio (Büyüksulu et al, 2018), *legionella* (Chin et al, 2003), chumbo (Ding-Quan, 2018), e radioatividade (Khattak et al, 2011). Tal literatura apresenta estudos pontuais de qualidade de água no campus, que, porém, podem ser levados à equipe gestora da universidade. Desta forma, nota-se que a produção científica universitária é também uma importante ferramenta de gestão, onde possíveis anormalidades de aspectos ambientais do campus são trazidas à tona pelo próprio corpo universitário. Estes estudos, entretanto, não representam uma prática de gestão solidamente estruturada e regulamentada,

funcionando apenas como um possível instrumento de consulta utilizado pelo corpo administrativo responsável pela gestão ambiental universitária.

Sistemas de gestão de água robustos são apresentados por Cockerill & Carp (2009), Chai et al (2011), e Saeedi & Darabi (2014). Tais autores discutem, respectivamente, sobre gestão sustentável de recursos hídricos no meio acadêmico. O desenvolvimento dos sistemas de gestão de água apresentados por esses estudos é impulsionado por problemáticas ambientais regionais, como a escassez hídrica e níveis de consumo de água muito além do recomendado. Dessa forma, observa-se que a implementação de sistemas de gestão de água, sendo esta parte de sistemas de gestão ambiental, são as práticas efetivas para a melhoria da qualidade ambiental referente a uma organização complexa, como uma universidade, uma vez que tais sistemas levam em conta os diferentes aspectos e impactos ambientais sob o qual a organização está submetida, apresentando soluções com grande escopo, mas capazes de atender as diferentes necessidades da organização.

Sobre a participação da comunidade acadêmica na gestão da água, houveram algumas pesquisas de opinião (*surveys*) para a compreensão do seu comportamento. Johnson & Castleden (2011) estudaram a identificação de barreiras à participação em iniciativas de sustentabilidade. Matos et al (2013) pesquisou a aceitação da comunidade universitária das universidades portuguesas de Trás-os-Montes e Alto-Douro quanto a água de reuso. Vedachalam & Mancl (2012) focaram na relação entre o corpo estudantil recursos hídricos e o reuso de águas residuais. Tais estudos apontam a importância da opinião do corpo universitário nos assuntos ambientais que remetem ao campus. A aplicação de *surveys* com a população universitária se apresenta como uma forte prática de gestão ambiental, e nesse caso, gestão da água, uma vez que os dados de opinião compilados pelas pesquisas refletem o juízo da população mais diretamente afetada por tais sistemas de gestão quanto ao tema abordado.

Dois dos estudos apresentados no Quadro 01 tratam do monitoramento do sistema de gestão de água universitário. Farag et al (2018) analisaram técnicas de mapeamento e monitoramento das estruturas de condutividade elétrica vertical e lateral de áreas inundadas, visando melhor caracterização do perfil hídrico da universidade egípcia Ain Shams, demanda do programa de desaguamento lá instaurado. Já Cho et al (2017) estudou o sistema de monitoramento em tempo real da distribuição de água do campus da Universidade Estadual do Colorado, localizada nos Estados Unidos. Nota-se que o monitoramento de sistemas de gestão já implementados é parte fundamental de seu funcionamento eficiente, como apresentado pela metodologia PDCA - *Plan, Do Check, Act*, apresentada na norma ISO 14001 (2015), referindo-se ao *Check*, que caracteriza o constante monitoramento do sistema a fim de garantir sua melhoria contínuo. Nota-se ainda que o constante monitoramento de sistemas de gestão de água é de suma importância para o corpo administrativo da universidade, uma vez que possibilita o planejamento de ações contra possíveis causalidades, como a escassez hídrica.

O tratamento de efluentes é fundamental para a saúde pública e conservação do meio ambiente. A água de consumo humano deve ser tratada para tornar-se potável, enquanto que os esgotamentos sanitários devem ser tratados para não poluírem o ambiente, dessa forma, são práticas essenciais para a gestão de águas. Foram detectados dois estudos sobre tratamento de efluentes em campi universitários, apresentados no Quadro 01. Um dos estudos analisou a efetividade de tratamento por *wetlands*, considerando ainda seus benefícios para respostas às mudanças climáticas e para a gestão de princípios ecológicos (Mitsch et al, 2008). Adicionalmente, os tratamentos de esgotamentos sanitários possibilitam o uso do efluente tratado para diversos fins, dependendo da sua qualidade final. Por exemplo, Liu et al (2016) analisaram parâmetros de efluentes tratados por uma universidade para verificação da viabilidade de uso para irrigação de paisagem.

Quanto à recuperação de corpos hídricos, foram identificados dois estudos que tratam sobre corpos hídricos dentro de campi universitários. Sendo um deles sobre o diagnóstico do impacto da Universidade de Lagos sobre um aquífero situado sob o campus (Ayolabi et al, 2013). Já o segundo artigo, traz proposições para a revitalização da qualidade da água de um rio urbano que atravessa a Universidade Nacional da Malásia (Mahmud, 2018). As atividades de uma universidade podem causar inúmeros impactos sobre os corpos hídricos localizados em sua área, portanto, é de grande relevância o diagnóstico de seus estados e monitoramento de suas características. Dessa forma, quando identificadas mudanças nas características naturais de corpos hídricos as universidades poderem planejar e adotar práticas para a sua recuperação.

Não foram constatadas medições da eficiência das práticas de gestão da água em promoção de sustentabilidade. Faz-se necessário a criação de indicadores para avaliar os desempenhos das universidades e poder, dessa forma, melhorar continuamente a gestão de águas em campi universitários.

CONCLUSÃO

Universidades têm relevante papel para a promoção de sustentabilidade por formarem profissionais e pensadores, e por servirem como um modelo para a sociedade. Em especial, a gestão de águas é de suma relevância para o desenvolvimento sustentável. Foi possível identificar boas práticas de gestão de água em universidades do mundo todo, esse conhecimento pode trazer economias de experiências entre as universidades. As iniciativas de práticas de gestão de água são bastante diversas entre universidades, e ainda há muitos desafios para o seu bom funcionamento, principalmente porque não há muitos estudos científicos sobre a temática.

Nota-se que a análise da literatura científica não traduz a complexa realidade dos sistemas de gestão de organizações tão multifacetárias como universidades, uma vez que os assuntos tratados na literatura se resumem a estudos pontuais de práticas isoladas, que, salvo exceções, não se comunicam com outras práticas ambientais implementadas na universidade.

Este estudo artigo limitou-se na compreensão do cenário científico relacionado à gestão da água em *campi* universitários. Há um número muito limitado de publicações científicas sobre a temática de pesquisa, é necessária a elaboração de estudos aprofundamentos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Abdelalim, A., O'Brien, W., Shi, Z. (2015). Visualization of energy and water consumption and GHG emissions: A case study of a Canadian University Campus. *Energy and Buildings*, v. 109, p. 334-352.

Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education - AASHE (2017). STARS Technical Manual version 2.1. Philadelphia. Estados Unidos.

Agência Nacional das Águas - ANA (2017). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil em 2017. Brasília, Brasil.

Associação de Normas Técnicas Brasileiras - ABNT (2004). NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, Brasil.

Associação de Normas Técnicas Brasileiras - ABNT (2015). NBR 14001: Sistemas de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil.

Ayolabi¹, E. A., Folorunso, A. F., Odukoya, A. M., Adeniran, A. E. (2013). Mapping saline water intrusion into the coastal aquifer with geophysical and geochemical techniques: the University of Lagos campus case (Nigeria). *SpringerPlus*, v.2, p.433.

Association of University Leaders for a Sustainable Future, The Talloires Declaration, 1990.

Bonnet, J. F., Devel, C., Faucher, P., Roturier, J. (2002). Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bordeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration. *Journal of Cleaner Production*, v.10, p.13–24.

Brasil. Lei n° 12.305 de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, Brasil.

Brundtland Commission Report (1987). Our Common Future. United Nations, WECED Report.

Büyüksulu, H., Özdemir, F. B., Özdemir Öge, T., Gökce, H. (2018). Indoor and tap water radon (²²²Rn) concentration measurements at Giresun University campus areas. *Applied Radiation and Isotopes*, v.139, p.285–291.

Calder, Wynn; Dautremont-Smith, Julian. (2009) Higher Education: More and More Laboratories for Inventing a Sustainable Future. Agenda for a Sustainable America, John C. Dernbach, Ed., Environmental Law Institute.

Chai, H. X., Wei, Y. H., Xu, H. Y., He, Q. (2011). Water conservation: Construction and operation of management and technology systems for green campus. *Environmental Engineering and Management Journal*. v.10, p.931-936.

Chin, K.S., Rosli, A.A., Wee, C.S.L., Ngeow, Y. F. (2003). Isolation of legionella from cooling towers and potable water systems in hospital and non-medical buildings in a university campus. *Journal of Health and Translational Medicine*, v. 8, 23-27.

Cho, S., Kim, D. & Park, J. S. (2017). Real-time experiment of water security measurement sensors in a drinking water system: Case study: The Colorado State University Campus. *Environmental Forensics*, v. 2, p. 122-134.

Cockerill, K. & Carp, J. (2009). Leveraging opportunities for campus sustainability: a case study of water resources. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, v. 5, p. 28-37.

Ding-Quan, Ng., Liu, S., Lin, Y. (2018) Lead as a legendary pollutant with emerging concern: Survey of lead in tap water in an old campus building using four sampling methods. *Science of the Total Environment*. 636, 1510-1516.

Farag, K. S. I., Abd El-Aal, M. H., Garamoon, H. K. F. (2018). Monitoring subterranean water regime at the new Ain Shams university campus in Al-Obour city (northeast of Cairo, Egypt) using both azimuthal very low frequency-electromagnetic and DC resistivity sounding techniques. *Journal of African Earth Sciences*, v. 143. p. 339-349.

Friedler, E., Lahav, O., Jizhaki, H., and Lahav, T., 2006. Study of urban population attitudes towards various wastewater reuse options: Israel as a case study. *Journal of Environmental Management*, 81 (4), 360– 370.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008. Rio de Janeiro, Brasil.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2015) . Climate Change 2014: Synthesis report. Genebra, Suíça. 151.

Johnson, L. & Castlenden, H. (2011) Greening the Campus Without Grass: Using visual methods to understand and integrate student perspectives in campus landscape development and water sustainability planning. *Area*. 43, 353-361.

Khattak, N. U., Khan, M. A., Shah, M. T. (2011) Radon Concentration in Drinking Water Sources of the Main Campus of the University of Peshawar and Surrounding Areas, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal Radioanal Nuclear Chemistry*. 290, 493-505.

Liu, X., Dong, N., Chen, Q., Luo, Y., Guo, J., Tang, S. (2016) Study on Treatment of Campus Domestic Wastewater for Landscape Water Treatment by Hydrolytic Acidification-Biological Contact Oxidation Process. *Chemical Engineering Transactions*. 55. 157-162.

Mahmud, M.H., Lee, K.E., Mokhtar, M., Wahid, M.A (2018) Technical Strategy for Revitalizing Urban River Water Quality Through Structural Approach at National University of Malaysia (UKM) Bangi Campus, Selangor, Malaysia. *Applied Ecology and Environmental Research*. 16, 2681-2699.

Margerum, R.D., 1999. Integrated Environmental Management: The Foundations for Successful Practice. *Environmental Management*, 24, 151–166.

Matos, C.; Friedler, E.; Monteiro, A.; Rodrigues, A.; Teixeira, R.; Bentes, I.; Varajão, J. (2013) Academic perception towards various water reuse options: University of Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD Campus (Portugal) as a case study. *Urban Water Journal*. 1, 1-12.

Mitsch, W. J., Tejada, J., Nahlik, A., Kohlmann, B., Bernal, B., Hernández, C. E. (2008) Tropical Wetlands for Climate Change Research, Water Quality Management and Conservation Education on a University Campus in Costa Rica. *Ecological Engineering*. 34, 276-288.

Oduro-Kwarteng, S., Nyarkko, K. B., Odal, S. N., Aboagye-Sarfo, P. (2009) Water Conservation in Educational Institutions in Developing Countries: Case study of a university campus in Ghana. *Urban Water Journal*. 6, 449-455.

PORTAL BRASIL. Segundo Unesco, mundo precisa mudar o consumo de água. 2015. Disponível em <http://www.brasil.gov.br/editoria/meio-ambiente/2015/03/segundo-unesco-mundo-precisara-mudar-consumo-de-agua> Acesso em 16 de agosto de 2018.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2018. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto: 2016. Brasília, Brasil.

Saeedi, I. & Darabi, H. (2014). Campus Landscape Design Based on Resilience Approach in Water Shortage State (Case Study: Campus of Malayer University). *Journal of Environmental Studies*, v.40, p.49-51.

Seymour, R. M. & Bauske, E. W. (2009). Implementing Water Conservation Education for University Campus Facilities and Grounds Managers. *Journal of Extension*, v.47.

Tarawneh, T. M., Al-Qaisia, A., Majali, S. (2010). A Community Service Approach to Solving Campus Water Consumption Issues: A Case Study from Jordan. *Applied Environmental Education & Communication*, v.4, p. 245-253.

UNEP - United Nations Environment Programme, 2017. Fresh Water Strategy 2017 - 2021. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/19528/UNEP-full_report-170502.pdf?isAllowed=y&sequence=3> Acesso em 17, Agosto de 2018.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2017) The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater the untapped resource. Paris, France.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2018) The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based solutions for water. Paris, France..

Universidade Federal de Santa Catarina. Relatório de Sustentabilidade (2016). Florianópolis, Brasil.

Universidade Federal de Santa Catarina (2017). Monitoramento e Revisão do Plano de Logística Sustentável da UFSC. Florianópolis, Brasil.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (2014). Sumário Executivo - Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária - Relatório de Atividades. Rio de Janeiro, Brasil.

Vedachalam, S. & Mancl, K. M. (2012). Water Resources and Wastewater Reuse: Perceptions of Students at The Ohio State University Campus. *The Ohio journal of Science*, v. 5, p. 104-113.

Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S., Satoh, Y., Van Vliet, M. T. H., Yillia, P., Ringler, C., Burek, P. and Wiberg, D. 2016. Modelling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WfS) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development*, 9, 175–222.

World Health Organization (WHO) & United Nations Children's Fund (UNICEF) (2017). Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva, Switzerland.

Wolkermer, M.; Pimmel, N. (2013). Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. *Seqüência*. 67, 165-198.

Wostl, C.P., (2002). Towards sustainability in the water sector – The importance of human actors and processes of social learning. *Aquatic Sciences*. 64, 394–411.