



## MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA A PARTIR DE PATENTES

### MAPPING OF THE TECHNOLOGICAL PRODUCTION ON THE RAINWATER HARVESTING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS FROM PATENTS

Bruna Devens Fraga\* E-mail: [brunadefraga@gmail.com](mailto:brunadefraga@gmail.com)

Mauricio Uriona Maldonado\* E-mail: [m.uriona@ufsc.br](mailto:m.uriona@ufsc.br)

Paulo Augusto Cauchick Miguel\* E-mail: [paulo.cauchick@ufsc.br](mailto:paulo.cauchick@ufsc.br)

\*Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC

**Resumo:** A crise hídrica mundial continua se elevando por diversos fatores. Assim, surgem soluções para minimizar os danos e aumentar a eficiência no uso como os sistemas de aproveitamento de água da chuva. Para compreender o contexto e sua evolução, este trabalho objetiva mapear as patentes das tecnologias envolvendo aproveitamento de água da chuva, a partir de um levantamento quantitativo utilizando técnicas bibliométricas dos documentos depositados e publicados até agosto de 2018 na base *Derwent Innovations Index*. Por meio da análise de conteúdo categorizaram-se diferentes países, depositantes, usos e vantagens. Identificaram-se 219 documentos, sendo 106 individuais, 102 de organizações e 11 compartilhados por indivíduos e organizações. Os principais usos foram domésticos, por edificações, e gerais (membranas, calhas, filtros e tanques de filtragem). As principais vantagens referem-se à instalação e manutenção simplificada e uma maior adaptabilidade dos sistemas existentes.

**Palavras-chave:** Aproveitamento de água da chuva. Patentes de inovação. Bibliometria de patentes.

**Abstract:** The global water crisis continues to rise due to several factors. Thus, new solutions have appeared to minimize damages and increase use efficiency such as rainwater harvesting systems. To understand the context and its evolution, this work aims at mapping the patents of the technologies involving the use of rainwater. This work adopts a quantitative analysis by using bibliometric techniques of the documents deposited and published until August of 2018 in the database *Derwent Innovations Index*. Through content analysis, categories such as countries, depositors, uses and advantages were defined. Two hundred nineteen documents were identified: 106 individuals, 102 organizations, and 11 shared by individuals and organizations. The main uses were domestic, for buildings, and general (membranes, gutters, filters and filter tanks). The main advantages are simplified installation and maintenance and a greater adaptability of existing systems.

**Keywords:** Rainwater harvesting. Innovation patente. Bibliometry of patents.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado e valioso para a manutenção da vida (NERES; MENEZES; SILVA; SILVA; RUSSO, 2015). No último século, o consumo de água tem aumentado mais do que o dobro relativo à taxa de crescimento da população mundial. Estima-se que até 2025 o aumento no consumo de água será de

50% nos países em desenvolvimento e 18% nos países desenvolvidos (UNESCO, 2016) (TRIGUEIRO, 2005; MIRANDA, 2012; CHOUDHURY; SULTANA, 2013). Ainda segundo os autores previamente citados, em 2025, 1,8 milhões de pessoas viverão em países ou regiões com escassez absoluta de água e dois terços da população mundial poderá estar sob condições de estresse hídrico. Dentre os desafios relativos à garantia de disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento a todos, há diversas estratégias que tem incentivado novos estudos e resultado, mas ainda há muito a avançar nesta área (AUGUSTO; GURGEL; NETO; DE MELO; COSTA, 2012).

No que tange aos movimentos relacionados à sustentabilidade, torna-se necessária uma atenção necessária e urgente em relação à gestão da água. Além, do controle da poluição, o aumento da eficiência no uso da água torna-se hoje imperativo em todos os níveis (AFONSO, 2012; CHOUDHURY; SULTANA, 2013). Neste sentido, as práticas e técnicas de eficiência hídrica surgem como soluções nos contextos que necessitam de soluções simples e eficientes para o uso e consumo de água.

Entre outras fontes alternativas disponíveis para o abastecimento de água, o aproveitamento de água da chuva tornou-se umas das soluções mais econômicas para atenuar a crise de água (CHOUDHURY; SULTANA, 2013). Apesar de haver avanços apresentados pelos sistemas modernos de controle de água, ainda existem falhas (BELL, 2015) nestas tecnologias e há muito a evoluir no desenvolvimento de mecanismos inovadores e eficazes nesta finalidade.

Como campo de conhecimento multidisciplinar, a engenharia de produção possui um papel importante em estudos na área de otimização de recursos primários, como a água, pois visa compreender o desenvolvimento de novos mecanismos e inovações e sua aplicação em contextos reais. Diante desta problemática, o presente estudo tem por objetivo mapear as patentes das tecnologias envolvendo aproveitamento de água da chuva, a partir de um levantamento quantitativo utilizando técnicas bibliométricas dos documentos depositados e publicados até agosto de 2018 na base *Derwent Innovations Index*, bem como aprofundar a análise destes estudos por meio da técnica de análise de conteúdo das referidas patentes de inovação. A análise desse cenário visa ainda a identificação dos diferentes usos, vantagens e contextos nesta área, bem como os

países e organizações que apresentam patentes na área como forma de compreender as diferentes aplicações práticas e teóricas no campo de aproveitamento de água da chuva.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A fundamentação teórica do trabalho está dividida em três seções. A primeira trata dos conceitos de eficiência hídrica até chegar aos mecanismos de aproveitamento de água da chuva. A segunda seção trata dos elementos dos sistemas de aproveitamento de água da chuva e, por fim, a terceira trata dos indicadores desenvolvidos a partir de estudos bibliométricos de documentos de patentes de inovação e a relevância destes para inovação em técnicas e mecanismos na gestão de recursos hídricos.

### **2.1 Eficiência hídrica**

A fim de compreender de forma mais objetiva a temática da água e suas soluções voltadas ao aperfeiçoamento de sua gestão, torna-se necessário compreender o conceito de eficiência hídrica a fim de otimizar os estudos e aplicações na área. O conceito de eficiência hídrica pode ser entendido como o uso inteligente dos recursos hídricos por meio de tecnologias de poupança de água por meio de etapas de uso e manutenção simples (HU; WANG; YEH, 2006). A ênfase no uso está amplamente voltada ao consumidor por meio de pequenas mudanças de comportamento utilizando produtos mais eficientes (CHOUDHURY; SULTANA, 2013; DEMANBORO; MIÑARRO; LONGO; BETTINE, 2018). Estudos sobre o tema apontam que se deve haver um envolvimento com as comunidades para entender as necessidades dos usuários precisa para alcançar a eficiência hídrica, assim propor soluções locais para as comunidades, bem como a mudança de comportamento surge como uma resposta à mudança de atitude dos usuários (BALNAVE; ADEYEYE, 2013).

Alguns dos princípios de eficiência hídrica considerados neste trabalho são (AFONSO, 2012):

- Reduzir o consumo;

- Reduzir as perdas e os desperdícios;
- Reutilizar a água;
- Reaproveitar a água; e
- Recorrer a origens alternativas.

É necessário ainda compreender as atitudes e percepção dos usuários sobre a água, bem como seus determinantes comportamentais, antes da concepção e implantação de intervenções de eficiência hídrica (BALNAVE; ADEYEYE, 2013).

Dentre as práticas e tecnologias apontadas nos estudos de eficiência hídrica, há o aproveitamento de água da chuva, que contribui em perspectivas mais amplas. Este campo de estudo vem sendo estudado em uma variedade de contextos, tais como avanço no crescimento econômico sustentável, agricultura e alternativas em áreas urbanas (FERNANDES et al., 2015), entre outros.

No presente estudo, optou-se em aprofundar nos estudos referentes ao aproveitamento de água da chuva, como forma de compreender como está evoluindo a produção tecnológica e avanço neste campo de estudo por meio das patentes de inovação depositadas nos órgãos internacionais responsáveis. Há trabalhos que abordam a temática do aproveitamento de água pluvial sob a perspectiva da eficiência hídrica (BELL, 2015; KIM et al., 2008; SAMUEL; MATHEW, 2014; SCHUETZE; SANTIAGO-FANDIÑO, 2013; LI et al., 2012; WHEAR, 2011), contudo são trabalhos com viés técnico e não há apontamentos de revisão da produção tecnológica de patentes sobre o assunto. Diante desta lacuna, surge a oportunidade deste estudo.

## **2.2 Aproveitamento de água da chuva**

Em um cenário de redução do consumo de água potável, surge a necessidade de alternativas de abastecimento hídrico. Desta forma, surgem os sistemas de aproveitamento de água pluvial como uma das medidas contemporâneas de maior destaque no que se refere à sustentabilidade hídrica em áreas urbanas (DE MOURA; DA SILVA; DO REGO BARROS, 2018).

Neste sentido, a água de chuva tem sido uma solução alternativa (Menezes et al., 2015), na maior parte das vezes individual, de abastecimento em locais como as áreas rurais, principalmente em regiões que sofrem sob efeito da sazonalidade como

nas áreas áridas e semiáridas, locais em que as fontes disponíveis, como poços, rios e nascentes, dispõem de volume variável de água. O aproveitamento de água da chuva para Boers e Ben-Asher (1982) é um método para induzir, coletar, armazenar e conservar o escoamento superficial local para a agricultura em regiões áridas e semi-áridas. Dado os contextos de aplicação e o problema de estresse hídrico que o mundo vem sofrendo nos últimos anos, observam-se avanços tanto nas tecnologias quanto nos diferentes locais e contextos de aplicação.

Com base neste conceito de aproveitamento de água da chuva, outros autores avançaram na sua aplicação e definiram como um modelo ou método de manejo da água precipitada, em que se empregam superfícies impermeáveis tais como telhados, lajes, calçadas, entre outras como superfícies de captação (VELOSO; MENDES, 2014).

Países desenvolvidos já utilizam sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis há vários anos, tais como: Alemanha, Estados Unidos da América, Irlanda, Japão, dentre outros. A Alemanha é um país pioneiro; somente em 2005, 35% dos edifícios construídos foram equipados com sistemas de aproveitamento de água da chuva (CANNON, 2010).

Na Irlanda, por exemplo, o consumo de água *per capita* por dia é um dos mais elevados da Europa e essa demanda de água continua a aumentar. Contudo, uma importante solução é a abundância de recursos hídricos por causa de seus altos níveis de precipitação. Diante disto, o uso de sistemas de captação de água da chuva e de tratamento de águas domésticas tem potencial para fornecer cerca de 94% da água nos lares irlandeses (LI; BOYLE; REYNOLDS, 2010).

Existem diferentes maneiras para prover soluções para este problema e, dentre elas, está na capacidade inovadora de atores estatais e não estatais em provar soluções para questões de caráter coletivo. Inovações no setor da água são fundamentais para sanar os principais problemas climáticos e de consumo (SHARMA et al., 2013; SHARMA et al., 2014). Nesse contexto, este estudo optou por analisar a inovação sob o ponto de vista dos documentos de patentes, pois estes são um meio de proteger invenções desenvolvidas por empresas, instituições ou indivíduos, e como tal, podem ser interpretadas por meio de indicadores de patentes depositadas (OCDE, 1994).

### 2.3 Indicadores bibliométricos de patentes de inovação

Na gestão da inovação, é necessário mapear as técnicas existentes a fim de compreender a evolução e contexto atual a respeito de determinado tema abordado. Neste sentido, a prospecção tecnológica possibilita a identificação dos padrões de análise dos anos, países e tecnologias (QUINTELLA, 2008). A partir deste levantamento é possível mapear a evolução e principais produções tecnológicas existentes e assim contribuir para a continuidade do processo de inovação (GAUTAM et al., 2014).

Neste sentido, por meio do mapeamento das patentes, é possível identificar o conhecimento prévio da indústria e da tecnologia, bem como a direção da pesquisa que está sendo desenvolvida pelas empresas e indivíduos. Assim, pesquisadores utilizam as patentes registradas para identificar como as áreas atuais de trabalho compatibilizam-se com as áreas da ciência e tecnologia desenvolvidas e patenteadas anteriormente (TROTT, 2012). Está é, portanto, uma fonte valiosa de informação para compreender o estado de desenvolvimento de determinado campo científico.

Os documentos das patentes são disponibilizados em diversas bases de dados livres ou comerciais de forma estruturada com campos padronizados, como inventores, patentes concedidas, datas, IPC (*International Patent Classification* ou Classificação Internacional de Patentes), reivindicações, etc. Estes permitem elaborar diversos indicadores úteis para inteligência competitiva e inteligência técnica competitiva de empresas, laboratórios acadêmicos e outras organizações (DOU, 2006; DE MELO MARICATO et al., 2010).

Maricato et al. (2010) consideram que a produção tecnológica estudada a partir dos documentos de patentes mostra-se relevante do ponto de vista acadêmico e de mercado e o uso de métodos bibliométricos para elaboração e desenvolvimento de indicadores que possam ser interpretados no âmbito avaliação e formulação das políticas de ciência, tecnologia e inovação (TIDD; BESSANT, 2009). Neste sentido, como já citado anteriormente, as patentes podem ser usadas para identificar e avaliar inovação, em organizações, setor ou nível nacional (TIDD; BESSANT, 2009). No entanto, deve-se tomar cuidado ao fazer tais avaliações, porque as patentes são apenas um indicador parcial da inovação.

Deve-se levar em conta os aspectos apontados na literatura a respeito das vantagens e desvantagens do uso de patentes para inovação como mostram os autores apontados por Godinho (2009): Griliches (1981; 1984; 1990); Pavitt (1985 e 1988); Griliches et al. (1991); Kleinknecht et al. (2002). A patente constitui um indicador intermediário do processo inovativo, constituindo-se essencialmente como um ponto em comum de passagem entre o desenvolvimento da inovação e a sua exploração econômica. A principal desvantagem encontrada nos indicadores de patentes, enquanto medida de inovação, encontra-se no fato de que um número muito expressivo de inovações não é patenteada ou ainda, quando uma parte significativa das patentes não chega à efetiva aplicação, agravando ainda mais estas questões.

Face ao que foi apresentado, a inovação tecnológica no domínio da água e seu uso eficiente é considerado um fator cada vez mais importante para competitividade (OCDE, 2008), bem como a sustentabilidade dos recursos hídricos mundiais. Conforme já indicado por Patel e Pavitt (1995), os principais indicadores das atividades inovativas são estatísticas de pesquisa e desenvolvimento, patentes, balanço tecnológico de pagamentos, taxa de produtos de alta tecnologia, citação em patentes, entre outros.

Do ponto de vista das patentes, o seu documento tem peculiaridades e características próprias e vem sendo largamente utilizado para a construção de indicadores de esforços tecnológicos e para a realização de aproximações quanto à atividade inovativa de organizações, países, regiões, setores, etc. (DE MELO MARICATO et al., 2010).

Estimula-se a ampliação, uso e aperfeiçoamento de indicadores bibliométricos e cienciométricos de patentes como instrumento auxiliar nas atividades de gestão de ciência, tecnologia e inovação e como ferramenta de inteligência competitiva, bem como a sua maior exploração em diferentes áreas de conhecimento (MUGNAINI et al., 2004; DE MELO MARICATO et al., 2010; BESSI et al., 2013), como por exemplo no contexto do aproveitamento de água da chuva, como feito no trabalho de Menezes et al. (2015).

Neste sentido, são necessárias análises mais aprofundadas sobre o assunto para identificar como as patentes podem contribuir para inovação de determinada área ou campo científico. A partir da análise íntegra de seus documentos

(tecnologias adotadas, usos, vantagens, etc.), informações valiosas são extraídas e podem ser analisadas junto à literatura de determinada área ou campo de atuação, como no caso do aproveitamento de água da chuva.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Estudos de análise bibliométrica e de conteúdo são relevantes para área de levantamento de patentes de inovação, pois visam constituir um portfólio de documentos que permitem inferir análises críticas e de estudos futuros a partir do seu estado da arte atual, como visto em estudos como o de Ariento Neto et al. (2014).

Por meio das técnicas de levantamento bibliométrico, foram identificadas as patentes relacionadas à temática de aproveitamento de água da chuva. O presente estudo foi realizado em duas etapas: busca e recuperação de pedidos de patente sobre aproveitamento de água da chuva, análise dos dados e conclusões. A primeira etapa refere-se ao levantamento dos documentos de patentes publicados sobre aproveitamento de água da chuva, e foi realizada por meio da escolha das palavras-chave específicas, identificadas a partir da literatura no tema. A partir desta etapa, foi selecionada a base de dados de patentes e após esta etapa é feita a busca e recuperação dos documentos das patentes identificadas na busca. Na segunda etapa, foi realizada uma análise de conteúdo de todas as patentes identificadas na busca, realizada uma categorização conforme os elementos de análise apresentados nos documentos e assim, uma análise fundamentada pela literatura sobre o tema, como é descrito nas seções a seguir.

#### **3.1 Etapa 1: Busca sistemática das patentes**

A busca sistemática foi realizada na base de dados *Derwent Innovation Index* que está indexada na base *Web of Science/ Knowledge*, que trata especificamente sobre documentos de patentes de inovação. A *Derwent Innovations Index* é considerada uma das bases de dados de informações de patentes internacionais mais abrangente do mundo, combinando o *Derwent World Patents Index* com o *Derwent Patents Citation Index*. Essa base de dados fornece aos usuários uma



visão geral abrangente de invenções no mercado global e possui documentos de patentes de mais de 47 órgãos emissores de patentes, dentre eles, Brasil, Estados Unidos e Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT) (Índices da *Web of Knowledge*, 2013).

As buscas foram realizadas em agosto de 2018 e foram incluídos todos os documentos de patentes publicados até a presente data (selecionados todos os anos). No mecanismo de busca da *Derwent* denominado (*Topic*, ou "TS") que pesquisa nos documentos os campos de título, resumo e palavras-chave, a estratégia de busca foi a seguinte: TS: ("*rainwater harvesting*" OR "*rainwater use*" OR "*rainwater usage*").

Com base no trabalho de Alice (2014), as palavras-chave utilizadas nesta estratégia de busca abrangem o tema de aproveitamento de água da chuva e contempla os fins a serem atingidos no presente trabalho. A partir da estratégia de busca selecionada, foram encontrados 219 documentos de patentes relacionados ao tema de aproveitamento de água da chuva. Posteriormente, esses trabalhos foram analisados por meio da análise descritiva dos documentos das patentes, conforme os procedimentos descritos a seguir.

### **3.2 Etapa 2: Análise descritiva dos documentos de patentes**

Nesta etapa do trabalho foi feita a leitura na íntegra de todos os documentos de patentes identificados na busca e que estavam disponíveis na base de dados. Desta forma, foi possível ter acesso a todo conteúdo dos 219 registros das patentes disponíveis e seus principais elementos e categorias de análise foram identificados e organizados pelos pesquisadores.

Como resultado principal desta análise, foi elaborada uma tabela, utilizando o *software excel*, contendo os seguintes elementos de análise: (i) data de publicação, (ii) número da patente, (iii) depositante, (iv) inventor, (v) título da patente, (vi) categoria do depositante (individual ou organização), (vii) número de Classificação Internacional da Patente, (viii) resumo, (ix) uso, (x) vantagem, (xii) idioma, e (xiii) código de classe *Derwent*. Nesta etapa ressalta-se que a classificação dos usos e vantagens apresentados nos documentos das patentes foi feita de forma

interpretativa a partir das informações disponíveis, visto que diante do conteúdo e descrições apresentadas não aparecia de forma explícita a classificação destacada.

Para compreensão do significado dos diferentes usos e classificações das patentes de inovação foi realizada consulta à base de registro do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A partir desta consulta, foi possível realizar uma análise crítica e comparativa em relação às diferentes funcionalidades registradas na área deste estudo.

A partir das categorias e classificações apontadas por diferentes autores na literatura, foi possível agrupar as patentes sobre aproveitamento de água da chuva conforme as descrições dos conteúdos apresentados. Na seção seguinte é apresentada a síntese das análises realizadas a partir do documento das patentes.

#### 4 RESULTADOS: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE

Conforme a estratégia de busca realizada, foram localizados 219 documentos de patentes a respeito do aproveitamento de água da chuva indexados na base de dados *Derwent Innovations Index*. Estes documentos foram lidos e de forma sucinta os dados gerais da pesquisa podem ser visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Dados gerais da busca dos documentos de patentes**

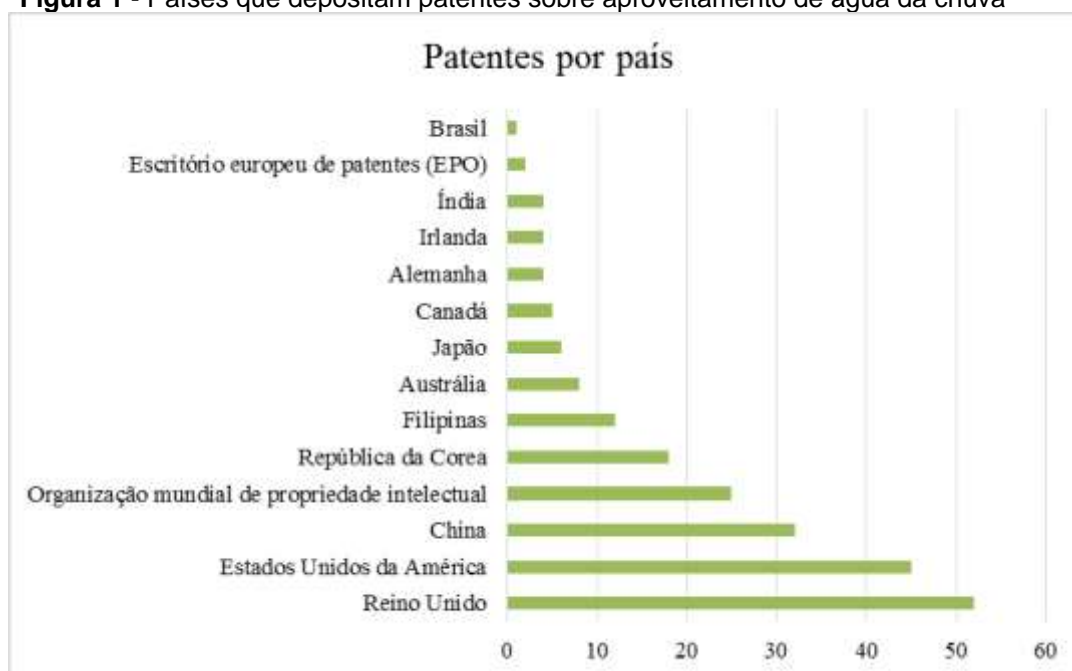
<b>Elementos</b>	<b>Quantidade de Registros</b>
Documentos de patentes	219
Depositantes	100
Países	14
Inventores	25
Idiomas	4
Áreas de Conhecimento	16

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2018)

As áreas de conhecimento com mais registros foram: Engenharia (202), Construção e tecnologia (162), Instrumentos e instrumentação (85) registros, química (52), agricultura (44) ciência de polímeros (39), e recursos hídricos (38). Os inventores que se destacaram foram: Mateo, A. F. com sete registros, seguido por Li, Y com seis e Guo, Y com cinco registros. É possível perceber que o maior inventor, também aparece como principal depositante de patentes sobre o tema, com total de oito registros. Quanto a categoria do depositante, observa-se que do total de 219

registros, 106 são individuais, 102 oriundos de organizações e 11 registros tanto de depósito conjunto individual e de organização. No que diz respeito aos idiomas em que as patentes foram publicadas, foram identificados em inglês, chinês, japonês e alemão. Quanto à diversidade de países, estes são apresentados na Figura 1, .que mostra os países que mais possuem registros de patentes publicadas em aproveitamento de água da chuva. Como pode ser observado na referida figura,, os países que se destacaram foram: Reino Unido, Estados Unidos e China, sendo que foi encontrado apenas 1 (um) registro para o Brasil na referida base de dados adotada para este trabalho.

**Figura 1** - Países que depositam patentes sobre aproveitamento de água da chuva



**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados dos documentos analisados (2018)

O presente estudo demonstrou que o Reino Unido é o país com maior número de patentes publicadas sobre aproveitamento de água da chuva e seu contexto de inovação envolve as seguintes características (WARD; BARR; BUTLER; MEMON, 2012; VIEIRA et al., 2014; LAUKKANEN; PATALA, 2014; OCDE, 2015):

- Disseminação de estratégias e políticas públicas de incentivo ao desenvolvimento de novos produtos;
- Facilidade em termos de receptividade social das inovações por meio de capacitações e melhores práticas disseminadas para sociedade de modo geral;

- Alcance de compromisso institucional por meio de serviços de apoio de atores como governo, empresas e sociedade.

Observa-se uma forte atuação dos atores de ciência, tecnologia e inovação (governo, empresa, sociedade) para solucionar os problemas enfrentados pela falta de água, e isso se reflete de forma clara na quantidade de patentes depositadas pelo Reino Unido. Esta nação adotou uma nova abordagem para a adoção de técnicas e práticas de aproveitamento de água da chuva em que se devem envolver os diferentes atores (*stakeholders*) a fim de se obter melhores resultados, e conseqüentemente, uma série de códigos, regulamentos, normas e manuais de melhores práticas de orientação e relevância têm sido desenvolvidas ou revistas.

Dentre as patentes depositadas pelo Reino Unido, predominam os usos domésticos (25) ou edifícios (14) e apresentam como vantagens: usos sustentáveis, redução do uso da eletricidade (6); uso de materiais recicláveis; ainda apresentam forma de reduzir custos (7), reduzir complexidade (17) e auxiliar na manutenção dos sistemas de aproveitamento desenvolvidos (9).

Em segundo lugar, os Estados Unidos da América se destacam pelo crescente número de técnicas e ferramentas de produção limpa, no que tange ao aproveitamento de água da chuva. No estudo de Thomas et al. (2014), 25% dos usuários destas técnicas são utilizadas para fins de irrigação, frente às principais preocupações com as alterações climáticas que o país enfrenta bem como o elevado consumo. Neste mesmo estudo, foram apontados usuários que utilizam os sistemas para transformar em água potável, sendo que 25% destes usuários tratam a água da chuva com raios ultravioleta. Contudo, os resultados apontados revelam que, apesar do uso destas técnicas, poucos usuários realizam testes periódicos de qualidade da água que estão consumindo e há uma preocupação por parte do governo e empresas em alavancar mais pesquisas e práticas nesta área (BARRON, 2009; THOMAS et al., 2014).

Diante das análises e das diferentes características apresentadas por cada país, surge a necessidade de se compreender melhor os contextos de uso das patentes identificadas na busca. A partir da análise de conteúdo das patentes relacionadas, foi possível contabilizar a quantidade de patentes conforme os usos apontados, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2** - Diferentes usos apontados nos documentos de patentes sobre aproveitamento de água da chuva

Ordem	Usos	Quantidade
1	Doméstico (telhados, jardins, estufas, descargas sanitárias, máquinas de lavar)	73
2	Edifício (construção, telhado)	47
3	Gerais (Membranas, calhas, conectores, filtros, tubos, tanques de filtragem)	31
4	Superfícies (vias, calçadas, pátios, estacionamentos, terraços)	22
5	Reservatórios (Tanques, poços, bombas)	19
6	Agricultura (irrigação de vegetais, frutas)	11
7	Grandes construções (plataformas, altos edifícios)	5
8	Árvores e vegetais de suporte	3
9	Pecuária (irrigação para gado)	3
10	Veículo	1
11	Lavação de automóveis (irrigação)	1
12	Grandes automóveis (caminhão, ônibus, barco, moto-home)	1
13	Guarda-chuva (direcionamento para local específico)	1
14	Sistema de informação para recarga e aproveitamento de água da chuva (TI)	1

**Fonte:** Elaborada pelos autores a partir dos dados dos documentos analisados (2018)

Como pode ser observado na Tabela 2, o uso doméstico apresenta um número de ocorrências maior no que tange as patentes de aproveitamento de água da chuva. Essa razão é explicitada pela modernização que situa a sociedade (famílias) como consumidora em um mercado de reconhecer uma mudança no sentido da utilização de tecnologias sustentáveis (WHITE, 2010), como no caso do uso eficiente da água (DE MOURA; DA SILVA; DO REGO BARROS, 2018).

Esta abordagem é considerada sistêmica (governança e regulação, disponibilidade econômica, modificação da cadeia de abastecimento), e influencia sobre a adoção de tecnologias, como mostram as patentes publicadas nos diferentes contextos. A difusão de tecnologia ou da inovação oferece um modelo de processo multi-estágio para explicar como as tecnologias se tornam inovadoras (WARD; BARR; BUTLER; MEMON, 2012).

Como destaca Balhave e Adeyeye (2013), a fim de compreender o uso doméstico dos mecanismos de aproveitamento de água da chuva, é necessário entender primeiramente as atitudes e percepção de usuários no consumo da água, bem como seus comportamentos e necessidades, antes do desenvolvimento de ações de uso eficiente da água.

Dentre as patentes depositadas, destaca-se a patente intitulada: *Water management data communications system for water management facility comprises monitoring unit to obtain data; communication unit to transmit data; data control unit enabling access to data; and system control unit to control facility* (Coyle, 2011) que apresenta um software para acompanhamento dos dados de fluxos, tempo de funcionamento, qualidade da água, pressão, etc., auxiliando na gestão doméstica do aproveitamento de água da chuva.

Quanto aos registros apresentados nas patentes encontradas na busca, conforme a classificação internacional de patentes, observa-se que há a presença tanto de métodos quanto de produtos para dar suporte às ferramentas e mecanismos de aproveitamento de água da chuva, como mostra o Quadro 1.

**Quadro 1** - Patentes com mais registros conforme o sistema de classificação internacional de patentes (IPC)

	<b>Código Internacional de Classificação de Patentes</b>	<b>Quantidade</b>	<b>% do Total</b>	<b>Descrição</b>
<b>1</b>	E03B-003/02	87	40%	Métodos ou instalações para obter ou coletar <b>água potável</b> ou água de torneira (tratamento de água C02F) - <b>da água da chuva</b> .
<b>2</b>	E03B-003/03	23	10%	Recipientes especiais para captação ou armazenamento da água da chuva para <b>uso caseiro</b> , p. ex. tonéis para água.
<b>3</b>	E03F-001/00	20	9%	<b>Métodos, sistemas</b> ou <b>instalações</b> para descarregar água de esgotos ou águas pluviais
<b>4</b>	E03F-005/10	19	8%	Estruturas de <b>sistemas de esgotos</b> - tanques coletores; tanques compensadores para regular o escoamento; tanques de sedimentação.
<b>5</b>	C02F-001/00	14	6%	<b>Tratamento</b> de água, <b>águas residuais</b> , ou de <b>esgotos</b>
<b>6</b>	E03B-001/04	14	6%	<b>Instalações</b> ou <b>métodos</b> para obter, <b>coletar ou distribuir água</b> (perfuração de poços, obtenção de líquidos em geral de poços E21B; sistemas de canalizações em geral F17D) - para abastecimento doméstico de água ou abastecimentos locais similares.
<b>7</b>	E04D-013/04	12	5%	<b>Coberturas</b> de telhados; claraboias; calhas; ferramentas para construção de telhados.
<b>8</b>	E03F-005/14	11	5%	<b>Esgotos; fossas</b> - Dispositivos para separação de substâncias líquidas ou sólidas dos esgotos, p. ex. dispositivos de captação de areia ou lama, ancinhos ou grades.
<b>9</b>	A01G-001/00	04	3%	<b>Horticultura</b> ; cultivo de vegetais, flores, arroz, frutas, vinhas, lúpulos ou algas; silvicultura; irrigação.
<b>10</b>	A01G-025/00	04	3%	<b>Irrigação</b> de jardins, campinas, praças de esporte ou similares.

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2018)

Como pode ser observado no Quadro 1 (classificação internacional de patentes), a maioria das patentes (40%) enquadra-se como pertencente à Seção E – Construções fixas e E03, que corresponde ao abastecimento de água e sistemas de esgoto, que no caso das patentes mais citadas, diz respeito aos mecanismos para obter água potável. Essa análise também pode ser observada nas patentes mais citadas a seguir na tabela, E03B-003/03; C02F-001/00; E03B-003/00, que trazem em sua descrição o detalhamento para tratamento da água ao nível doméstico ou caseiro para consumo (potável).

Na sequência do quadro, aparecem as classificações A01G, na seção A – Necessidades Humanas, especificamente A01 que trata da agricultura, pecuária, etc. É importante lembrar que o surgimento de mecanismos de aproveitamento de água da chuva surgiu no contexto da agricultura para irrigação das plantações, como forma de otimizar a coleta de água, principalmente em regiões áridas e semi-áridas (BOERS; BEN-ASHER, 1982; COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2008).

Ao fazer uma análise da literatura sobre aproveitamento de água da chuva, Worm e Hattum (2006) apresentam uma categorização das vantagens e sua devida descrição, como mostra o Quadro 2. A partir desta perspectiva apontada pelos autores, foram relacionadas as patentes de inovação encontradas no levantamento bibliométrico onde foi possível relacionar as vantagens citadas a seguir.

Diante dos resultados apresentados no Quadro 2, a principal vantagem destacada nas patentes de aproveitamento de água da chuva diz respeito a “flexibilidade e adaptabilidade dos sistemas” e mecanismos utilizados. As principais ideias descritas nas patentes dizem respeito ao uso complementar da água da chuva no nível doméstico, como no caso da utilização para descargas sanitárias, pias, máquinas de lavar, lavação de carros, etc.

**Quadro 2** - Vantagens no uso das patentes de aproveitamento de água da chuva

Vantagens	Descrição	Número de Patentes
<b>Construção/ Instalação simples</b>	Construção de sistemas de aproveitamento de água da chuva é simples e os colaboradores locais podem ser facilmente treinados para construí-los. Isso reduz os custos e incentiva uma maior participação, a apropriação e a sustentabilidade ao nível social	34
<b>Boa manutenção</b>	A operação e manutenção de um sistema de captação doméstico são controladas exclusivamente pelo proprietário do mecanismo. Como tal, esta é uma boa alternativa para a falta de manutenção e monitoramento de um abastecimento de água encanada centralizado	28
<b>Relativa boa qualidade da água</b>	A água da chuva é melhor do que outras fontes tradicionais disponíveis (a água subterrânea pode ser inutilizável devido ao flúor, salinidade ou arsênico)	21
<b>Comodidade a nível doméstico</b>	Fornece água no ponto de consumo	08
<b>Não é afetado pela geologia ou topografia local (fatores externos)</b>	Fornece uma alternativa viável para a chuva que cai em diferentes regiões ou contextos ambientais desfavoráveis	18
<b>Flexibilidade e adaptabilidade dos sistemas (capacidade)</b>	Para satisfazer as circunstâncias e orçamentos locais, incluindo o aumento da disponibilidade e capacidade dos mecanismos de baixo custo (por exemplo, feita de cimento e ferro, plásticos ou pedra/tijolos, entre outros materiais sustentáveis)	31

**Fonte:** Elaborado a partir de Worm e Hattum (2006) e dados da pesquisa (2018)

Dentre as vantagens destacadas, a “facilidade de instalação e a “boa manutenção” dos mecanismos de aproveitamento de água da chuva surge de forma considerável na análise e se deve em grande parte por desenvolver práticas e tecnologias que envolvem o uso eficiente da água de maneira simplificada. Como descrito por Worm e Hattum (2006), destaca-se a preocupação em reduzir o desperdício e o vazamento, bem como os custos, visto que incentiva uma maior colaboração e participação a nível social e organizacional de forma sustentável, já que estimula o envolvimento e cooperação entre diferentes atores.

## 5 CONCLUSÕES

Sendo a água um recurso essencial para manutenção da vida, a sua escassez é cada vez mais frequente e considerado um desafio a sua existência e sustentabilidade para futuras gerações. Frente aos desafios climáticos de escassez em determinadas regiões, da poluição, do aumento populacional, do desperdício ou uso indevido, ou ainda de alterações climáticas bruscas existe uma escassez de



água em várias partes do mundo, e estes fatores afetam todo o desenvolvimento de determinado local.

O uso eficiente da água deve ser entendido como primordial e a utilização consciente dos recursos de forma urgente, seja por meio de alteração de comportamento, práticas ou mecanismos de fácil instalação e manutenção. Desse ponto de vista, destaca-se a importância de se compreender a viabilidade e aplicação de sistemas de aproveitamento de água da chuva, em razão da disponibilidade e acessibilidade que o recurso possui, independente do contexto analisado. A inovação tecnológica no âmbito da gestão dos recursos hídricos é considerada fator chave para a sustentabilidade e manutenção dos ciclos de vida. O desenvolvimento de indicadores a partir da análise dos documentos de patentes existente aponta para as novas tecnologias, materiais, usos e vantagens que estão sendo abordados nas últimas pesquisas sobre a determinada temática.

Diante dos resultados obtidos, a partir da lente das patentes de inovação em aproveitamento da água da chuva, observam-se os principais usos, vantagens e exemplos que se destacam nos documentos identificados na busca. Como principal evidência, destaca-se a importância do envolvimento de diferentes atores, como governo e empresas, para alavancar o desenvolvimento de tecnologias, como no caso do aproveitamento de água da chuva. No caso do Reino Unido, que apresenta o maior número de patentes sobre a temática, a sociedade e usuários gerais são incentivados por meio de políticas, projetos, documentos e esclarecimentos sobre a importância de instalarem e desenvolverem mecanismos no setor de preservação dos recursos hídricos.

Quanto aos principais usos, o destaque para o contexto doméstico fica evidente, desde o maior número de depositantes serem pessoas físicas (individual), até na própria descrição das patentes, que aparece com uma quantidade expressiva. Isto se dá, em grande parte, pela questão da eficiência hídrica utilizar-se de mecanismos simplificados de fácil acesso a todos, neste sentido, a ideia é disseminar estas técnicas ao nível doméstico diante dos desafios enfrentados pelo estresse hídrico em diferentes regiões.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, Armando Silva. Eficiência hídrica em edifícios. Portugal: **Iniciativas em Portugal**.

2012.

ALICE, Cristiano Franco. **Método de avaliação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social**. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

AUGUSTO, Lia Giraldo Da Silva; GURGEL, Ide Gomes Dantas ; NETO, Henrique Fernandes Camara; DE MELO, Carlos Henrique ; COSTA, Andre Monteiro. The global and national context regarding the challenges involved in ensuring adequate access to water for human consumption. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. WR1511-1522, 2012.

BALNAVE, Jean; ADEYEYE, Kemi. A comparative study of attitudes and preferences for water efficiency in homes. **Journal of Water Supply: Research and Technology**, v. 3, N. 4, 2013.

BARRON, Jennie. **Rainwater harvesting**: a lifeline for human well-being. UNEP/Earthprint, 2009.

BELL, Sarah. Renegotiating urban water. **Progress in Planning**, v. 96, p. 1-28, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2013.09.001>

BESSI, Nayara Cristini; MILANEZ, Douglas Henrique; AMARAL, Roniberto Morato de; FARIA, Leandro Innocentinni Lopes de. Informação tecnológica: mapeando documentos de patentes e organizações atuantes no desenvolvimento de instrumentação agropecuária. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 4, n. 1, p. 107-128, 2013. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v4i1p107-128>

BOERS, Th M.; BEN-ASHER, Jiftah. A review of rainwater harvesting. **Agricultural water management**, v. 5, n. 2, p. 145-158, 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(82\)90003-8](https://doi.org/10.1016/0378-3774(82)90003-8)

COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. **Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, v. 9, 2008.

CHOUDHURY, Ifte; SULTANA, Farzana. Rainwater Harvesting for Domestic Consumption in Bangladesh: Sizing and Construction of Storage Cisterns. In: **American Society for Engineering Education**. American Society for Engineering Education, 2013.

COYLE, J. **Water management data communications system for water management facility comprises monitoring unit to obtain data**; communication unit to transmit data; data control unit enabling access to data; and system control unit to control facility. Reino Unido, GB2472517-A. Data de Publicação: 9 fev, 2011.

DE MELO MARICATO, João; NORONHA, Daisy Pires; FUJINO, Asa. Análise bibliométrica da produção tecnológica em biodiesel: contribuições para uma política em CT&I. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, n. 2, p. 89-107, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-99362010000200007>

DE MOURA, Micaella Raíssa Falcão; DA SILVA, Simone Rosa; DO REGO BARROS, Emília Xavier. Análise de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um empreendimento residencial na cidade de Recife-PE. **Tecnológica**, v. 22, n. 1, p. 66-72, 2018.

DEMANBORO, Antonio Carlos; MIÑARRO, Janaina do Prado; LONGO, Regina Marcia; BETTINE, Suelli do Carmo. Proposta de rótulo ambiental como indicador de eficiência hídrica para torneiras Proposal of environmental labelling as indicator of the hidric efficiency of water taps Propuesta de etiquetas ambientales como un indicador de grifos eficientes del agua. **Revista Cerrados**, v. 16, n. 1, p. 75-102, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22238/RC244826922018160175102>

FERNANDES, Luís F. Sanches; TERÊNCIO, Daniela PS; PACHECO, Fernando AL. Rainwater harvesting systems for low demanding applications. **Science of the Total Environment**, v. 529, p. 91-100, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.05.061>

GAUTAM, Pitambar; KODAMA, Kota; ENOMOTO, Kengo. Joint bibliometric analysis of patents and scholarly publications from cross-disciplinary projects: implications for development of evaluative metrics. **Journal of Contemporary Eastern Asia**, v. 13, n. 1, p. 19-37, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17477/jcea.2014.13.1.019>

HU, Jin-Li; WANG, Shih-Chuan; YEH, Fang-Yu. Total-factor water efficiency of regions in China. **Resources Policy**, v. 31, n. 4, p. 217-230, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2007.02.001>

Índices do Web of Knowledge. **Site da Web of knowledge**. Publicado em 2013. Disponível em:

[https://images.webofknowledge.com/WOKRS511B5/help/pt\\_BR/DII/hs\\_derwent\\_indexes.html](https://images.webofknowledge.com/WOKRS511B5/help/pt_BR/DII/hs_derwent_indexes.html) . Acesso em: 5 de set. 2015.

LAUKKANEN, Minttu; PATALA, Samuli. Analysing Barriers to Sustainable Business Model Innovations: Innovation Systems Approach. **International Journal of Innovation Management**, v. 18, n. 06, p. 1440010, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1363919614400106>

LI, R.; WANG, Z. J.; XOU, X.; YANG, B. Effects of different mulching patterns on soil temperature, moisture water and yield of spring maize in Weibei Highland. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. 2, p. 106-113, 2012.

MENEZES, Edmara Thays Neres; SILVA, Gracielly Pereira da; SILVA, Gabriel Francisco da; RUSSO, Suzana Leitão. Sistema de armazenamento de água da chuva (cisternas) um estudo com enfoque em documentos de patentes. **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 2, p. 2113-2120, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201500020016>

MIRANDA, Marco António Cunha. Sistemas de certificação na eficiência hídrica. In: CONGRESSO DA ORDEM DOS ENGENHEIROS, CENTRO CULTURAL DE BELÉM, 19., 2012. **Anais... Lisboa**. 2012, p. 1-19

MUGNAINI, Rogério; JANNUZZI, Paulo de Martino; QUONIAM, Luc. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 2, p. 123-131, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652004000200013>

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Oslo Manual**: guide-line for collecting and interpreting innovation data, 2005. 3. ed. European Commission: OECD. Disponível em: <<http://www.oecd.org>>. Acesso em: Ago. 2015.

PATEL, Pari; PAVITT, Keith. **Patterns of technological activity**: their measurement and interpretation. University of Sussex, Science Policy Research Unit, 1994.

SCHUETZE, Thorsten; SANTIAGO-FANDIÑO, Vicente. Quantitative assessment of water use efficiency in urban and Domestic Buildings. **Water**, v. 5, n. 3, p. 1172-1193, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3390/w5031172>

SHARMA, Ashok K.; TJANDRAATMADJA, Grace; COOK, Stephen; GARDNER, Ted. Decentralised systems—definition and drivers in the current context. **Water Science & Technology**, v. 67, n. 9, p. 2091-2101, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2013.093>

SHARMA, Gaurav; PATHANIA, Deepak; NAUSHAD, Um; KOTHIYAL, N.C. Fabrication, characterization and antimicrobial activity of polyaniline nanocomposite material: efficient removal of toxic metal ions from water. **Chemical Engineering Journal**, v. 251, p. 413-421, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.074>

THOMAS, Russell B.; KIRISITS, Mary Jo; LYE, Dennis J.; KINNEY, Kerry A.. Rainwater harvesting in the United States: a survey of common system practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 166-173, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.073>

TIDD, Joe; BESSANT, John. Managing Innovation: integrating technological, Market, and organizational change. 4th edition. **Chicester: John Wiley and Sons**, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1142/S1363919609002480>

TRIGUEIRO, André. **Mundo sustentável: abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação**. Globo Livros, 2005

TROTT, Paul. **Gestão da inovação e desenvolvimento de novos produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

VIEIRA, Abel S. et al. Energy intensity of rainwater harvesting systems: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 34, p. 225-242, 2014.

WARD, S.; BARR, S.; BUTLER, D.; MEMON, F.A.. Rainwater harvesting in the UK: Socio-technical theory and practice. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 7, p. 1354-1361, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.001>

WHEAR, John H. Rainwater Harvesting in a Common Pool Resource: An Engineering Perspective. In: ASME 2011 International Mechanical Engineering

Congress and Exposition. **American Society of Mechanical Engineers**, 2011. p. 549-557.

WORM, Janette; HATTUM, Tim van. **AD43E Rainwater harvesting for domestic use**. Wageningen: Agromisa Foundation, 2006.

NETO, Rafael Ariento; SILVA, Sérgio Luis; FORCELLINI, Fernando; FERREIRA, Marcelo Gitirana G.; CAUCHICK MIGUEL, Paulo A. Elementos integrantes de um sistema produto-serviço como potencial para alcançar um desenvolvimento sustentável: bibliometria e análise de conteúdo. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 3, p. 914-938, 2014. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v14i3.1566>



Artigo recebido em: 03/04/2017 e aceito para publicação em: 03/10/2018

DOI: <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v18i4.2827>