



STUDY OF INNOVATIONS IN SANITARY APPLIANCES WITH EMPHASIS ON WATER SAVING

Estudo de inovações em aparelhos sanitários com ênfase em economia de água

Gabriela Schneider de Sousa Bottega; Fernanda Schwanke Bianchet, Claudio Alcides Jacoski, Marcelo Fabiano Costella

gabi.sousa@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil
fernanda.bianchet@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil

claudio@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil
costella@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil

Abstract: Water conservation practices are necessary for buildings because water scarcity increasing. This survey is a study of patents, which analyzed the technological innovations with water saving purpose in the following appliances: toilet, shower and tap. The records were collected in the INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) database by searching for the name of the appliance in the title of the patent. Then, the patents deposited in the period from 2010 to 2017 were selected, which had a water saving purpose described in the abstract or patent document, these were classified in rational water use solutions and use of alternative sources. In total, 2,616 patents were registered between 1974 and 2017. However, the results show that in the last seven years there has been a considerable decline in the record of patents for the studied appliances. In the period from 2010 to 2017, 100 patents were found with water saving purpose, of which 79% are rational water use solutions, such as the use of timers, presence sensors, pressure reduction and systems for the use of wasted water before reaching ideal bath temperature. On the other hand, 21% of the solutions were from alternative sources, most of which refer to the reuse of the shower and tap water in the toilet flush. Therefore, this study contributes to the understanding of advances in technological innovation in the field of water conservation

Key words: Water saving. Sanitary appliances. Innovation. Patents.

ACEITO EM: 15/08/2019



ESTUDO DE INOVAÇÕES EM APARELHOS SANITÁRIOS COM ÊNFASE EM ECONOMIA DE ÁGUA

Study of innovations in sanitary appliances with emphasis on water saving

Gabriela Schneider de Sousa Bottega; Fernanda Schwanke Bianchet, Claudio Alcides Jacoski, Marcelo Fabiano Costella

gabi.sousa@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil
fernanda.bianchet@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil

claudio@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil
costella@unochapeco.edu.br; Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó, Brasil

Resumo: Com o aumento da escassez de água, são necessárias medidas para sua conservação nas edificações. O presente trabalho corresponde a um estudo de patentes, o qual buscou analisar as inovações tecnológicas que visam a economia de água nos seguintes aparelhos: vaso sanitário, chuveiro e torneira. Os registros foram coletados na base de dados do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) por meio da busca pelo nome do aparelho no título da patente. Posteriormente, foram selecionadas as patentes depositadas no período de 2010 a 2017, e que apresentavam o objetivo de economia de água descrito no resumo ou documento da patente, as quais foram classificadas em soluções de uso racional da água e utilização de fontes alternativas. Ao todo, 2.616 patentes foram registradas no período de 1974 a 2017. Entretanto, observou-se que nos últimos sete anos houve um declínio considerável no registro de patentes dos aparelhos estudados. No período de 2010 a 2017, foram encontradas 100 patentes com foco na economia de água, das quais 79% são soluções de uso racional, como temporizadores, sensores de presença, redução de pressão e sistemas para aproveitamento da água desperdiçada antes de atingir temperatura ideal de banho. Por outro lado, 21% das soluções propõem o uso de fontes alternativas, sendo que a maioria se refere ao reuso da água do chuveiro e torneira na descarga do vaso sanitário. Sendo assim, este estudo contribui para a compreensão dos avanços na inovação tecnológica no âmbito da conservação da água.

Palavras-chave: Economia de água. Aparelhos sanitários. Inovação. Patentes.

ACEITO EM: 15/08/2019

1 INTRODUÇÃO

Inovação e sustentabilidade são temas amplamente discutidos nos dias atuais, contribuindo para que novas práticas sejam adotadas pelas pessoas e empresas (Gomes, Medeiros, Medeiros & Adamy, 2016). Sabe-se que a construção civil é um dos setores mais importantes do país, sendo que no ano de 2015 a cadeia representava 7,7% do seu PIB (Produto Interno Bruto), passando a representar 7,3% em 2016 (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção [ABRAMAT], 2017). Porém, apesar da importância econômica, é também um dos setores mais poluidores (Ilha, Oliveira & Gonçalves, 2009).

Após a crise do petróleo em meados de 1970, muitas ações têm sido tomadas a fim de se obter edifícios mais eficientes em termos energéticos. Porém, atualmente, edifícios ditos sustentáveis têm outros requisitos a serem cumpridos além da eficiência energética, devendo considerar questões de saúde e conforto dos usuários, além dos impactos que eles causam no ambiente onde estão inseridos (Ilha et al., 2009).

A preocupação com a sustentabilidade se tornou mais evidente na década de 90, em forma de estudos sistemáticos a respeito do desperdício de materiais e de recursos humanos nas obras, na redução da utilização de energia, na conservação da água, na utilização de materiais e componentes reciclados e no controle da destinação dos entulhos (Abiko, Marques, Cardoso & Tigre, 2005). Em relação à conservação de água, esta corresponde a um conjunto de medidas que propiciam a sua economia e preservação, podendo ser ações de uso racional e utilização de fontes alternativas. Dentre as ações de uso racional da água estão as ações de combate ao desperdício, destacando-se o uso de dispositivos economizadores, sistema de medição individualizada e conscientização dos usuários (Santos, Lobato, Volpi & Borges, 2006; Ilha et al., 2009).

Autores como Gonçalves (2009) e Botelho (2013) apontam o vaso sanitário e o chuveiro como os aparelhos responsáveis pelo maior consumo de água nas residências, enquanto Cohim, Garcia, Kiperstok e Dias (2009) e Almeida (2007) indicam a pia da cozinha. Desta forma, observa-se que o alto consumo de água nesses aparelhos se constitui em uma oportunidade de melhoria. Para Zhang e Babovic (2012), o desenvolvimento de tecnologias inovadoras relativas à água proporciona flexibilidade ao sistema de abastecimento de água e é um meio fundamental e eficaz de gerenciamento de riscos.

Nesse sentido, uma forma de entender os avanços na inovação tecnológica é através da realização de pesquisas de patentes. No contexto da construção civil, alguns estudos patentométricos têm sido realizados (Jacoski, Costella & Rigon, 2014; Nonnenmacher, Costella, Costella & Saurin, 2017; Silva, Lima, Paixão & Santos, 2016).

Diante da importância das medidas de conservação da água, e da contribuição das inovações tecnológicas, o presente estudo buscou analisar quantitativamente e qualitativamente as patentes depositadas na base nacional, relacionadas aos aparelhos do tipo chuveiro, torneira e vaso sanitário, cujo objetivo da invenção é a economia de água.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Inovação e patentes

Inovação pode ser classificada em quatro categorias, sendo inovação de produto, processo, marketing e organização. Logo, entende-se como inovação a implementação de um produto, processo, método de marketing ou método organizacional, novo ou significativamente melhorado (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2006).

A utilização das inovações nos processos construtivos e administrativos voltados à construção civil aparece como uma importante ferramenta para que as construtoras obtenham vantagens competitivas e diferenciação em

relação aos seus concorrentes, agregando também maior eficiência às atividades de produção (Francklin & Amaral, 2008; Gomes, Santos, Santos & Terra, 2017). De acordo com Costa e Nascimento (2011), existem poucos estudos que analisem a gestão do desenvolvimento de novos produtos da indústria da construção e indústria de materiais de construção.

Nesse sentido, a concessão de patentes surge como uma das formas de incentivar a contínua inovação tecnológica. Por definição, uma patente é um título de propriedade temporário, oficial, concedido pelo Estado ao titular da patente ou sucessores, os quais passam a possuir direitos exclusivos sobre o objeto da patente, podendo ser um produto, processo de fabricação ou aperfeiçoamento de produto e processos existentes (Instituto Nacional de Propriedade Industrial [INPI], 2015).

A Lei n. 9.279 (1996) de Propriedade Industrial prevê a concessão de duas modalidades de patentes: Patente de Invenção (PI) e Modelo de Utilidade (MU). A patente de invenção é a concepção resultante da atividade de criação do homem que represente uma solução nova para um problema técnico existente e que possa ser fabricada, podendo ser produtos industriais como objetos, aparelhos, dispositivos etc., ou ainda atividades industriais como processos e métodos. Já a patente de modelo de utilidade é derivada de uma criação de um objeto prático, ou parte dele, como instrumentos, utensílios e ferramentas, que seja suscetível de aplicação industrial e apresente nova forma ou disposição que ocasione melhoria funcional no seu uso ou fabricação. Para determinar a natureza da patente, deve-se inicialmente conhecer o estado da técnica, e então avaliar se a criação apresenta aperfeiçoamento de efeito ou funcionalidade, o que a classificaria como MU, ou se há um novo feito técnico-funcional, que se constituiria em uma PI (INPI, 2015).

Alguns dados recentes apontam que o INPI tem assistido a um atraso crônico no processamento de pedidos de patentes. O tempo de concessão de patentes no Brasil saltou quatro anos em uma década, atingindo 10,8 anos em 2013. O aumento da fila de pedidos com exames pendentes e, conseqüentemente, o maior tempo de processamento destes pedidos têm sido preocupante para os usuários, pois o *backlog* potencializa a insegurança jurídica e desestimula os investimentos. Estes fatores criam obstáculos à inovação tecnológica e ao desenvolvimento econômico (Garcez & Moreira, 2017).

2.2 Economia de água

Nos últimos anos, o consumo excessivo e o desperdício irracional da água potável têm sido temas amplamente explorados. Assim, empresas, organizações e poderes públicos estão investindo cada vez mais em pesquisas para descobrir formas de economizar a água, com criação de campanhas de conscientização ou desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos para seu melhor aproveitamento (Silva, Paterniani, Assunção & Trindade, 2017). Esse assunto é de importância mundial e a disponibilidade hídrica afeta a sociedade como um todo (Zhang & Babovic, 2012). Diante desse cenário, pode-se ressaltar a gestão do uso da água no ambiente construído como peça-chave para promoção da sustentabilidade ambiental (Velazquez, Munguia & Ojeda, 2013).

Conservação da água compreende ações de uso racional da água e utilização de fontes alternativas. Dentre as ações de uso racional estão as medidas de combate ao desperdício, podendo-se destacar o uso de dispositivos economizadores, sistema de medição individualizada e conscientização dos usuários. Quanto à utilização de fontes alternativas de água, pode-se citar os sistemas de aproveitamento de água da chuva e reuso da água (uso de águas servidas) para fins não potáveis, os quais também irão contribuir para a redução do consumo de água potável (Santos et al., 2006; Ilha et al., 2009). De acordo com Lamberts, Ghisi, Pereira e Batista (2010), o setor residencial tem potencial para implantação de sistemas de reuso, o qual deve ser incentivado e explorado.

Para Proença e Ghisi (2010), a implementação de um sistema de gestão do uso da água em edificações, envolve necessariamente o conhecimento dos sistemas prediais e dos parâmetros envolvidos no uso da água no

local. Os autores realizaram um estudo sobre os principais usos finais da água em dez prédios de escritórios brasileiros, a fim de avaliar o potencial de economia de água potável. O estudo demonstrou que se a água utilizada nas torneiras fosse reutilizada para escoamento do vaso sanitário, por exemplo, a demanda de água potável seria reduzida de 7% a 38%.

Outro estudo semelhante foi realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), com o objetivo de avaliar a regulagem de vazão de bebedouros, e a substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água, sendo torneiras e válvulas de descarga. Foram mensurados os consumos de água antes e depois da substituição dos aparelhos, e observou-se que a redução do consumo de água foi de 12,34%, destacando-se a substituição das torneiras como a ação mais expressiva (Alexandre, Kalbusch & Henning, 2017).

Para Lamberts et al. (2010), o potencial de economia de água na substituição de equipamentos convencionais por economizadores depende das condições locais, como a pressão, e também dos hábitos dos usuários, como a frequência de uso. Portanto, os benefícios da substituição são melhores quando a substituição está aliada a um trabalho de conscientização. A adoção desses componentes pode ser definida facilmente na etapa de projeto, porém no caso de edificações existentes deve-se fazer uma avaliação técnica e econômica.

A fim de nortear as ações de economia de água é importante conhecer quais são os aparelhos responsáveis pelo maior consumo de água na edificação. Uma pesquisa realizada em residências de baixa renda na região de Florianópolis apontou o chuveiro como o aparelho com maior consumo de água, cerca de 30 a 36% do consumo total, seguido pelo vaso sanitário, cujo consumo é em torno de 18 a 20% (Marinoski, Vieira, Silva & Ghisi, 2014).

Na pesquisa de Almeida (2007), os resultados demonstraram que a maior demanda de água é na torneira da pia da cozinha, seguida pelo lavatório e chuveiro. A autora ressalta que os hábitos da família influenciam significativamente nesse consumo, sendo que as famílias das residências analisadas possuíam o hábito de almoçar em casa, justificando o alto consumo de água na pia da cozinha. Semelhantemente, Cohim et al. (2009) verificaram que o maior consumo nas residências analisadas em sua pesquisa ocorre na pia da cozinha (29%), seguida do vaso sanitário (23%) e do chuveiro (21%). Já nos trabalhos de Gonçalves (2009) e Botelho (2013), os resultados indicam que o aparelho responsável pelo maior consumo é o vaso sanitário, seguido do chuveiro.

Neste trabalho serão abordados esses três aparelhos: torneira, vaso sanitário e chuveiro. De acordo com a NBR 5626 (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1998), o vaso sanitário é definido como um aparelho sanitário, que é destinado ao uso da água ou recebimento de dejetos sólidos e líquidos, enquanto a torneira e chuveiro são definidos como metais sanitários, os quais correspondem à peças de utilização fabricadas em liga de cobre. No presente trabalho, será utilizado o termo “aparelho” tanto para vaso sanitário, quanto para chuveiro e torneira.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

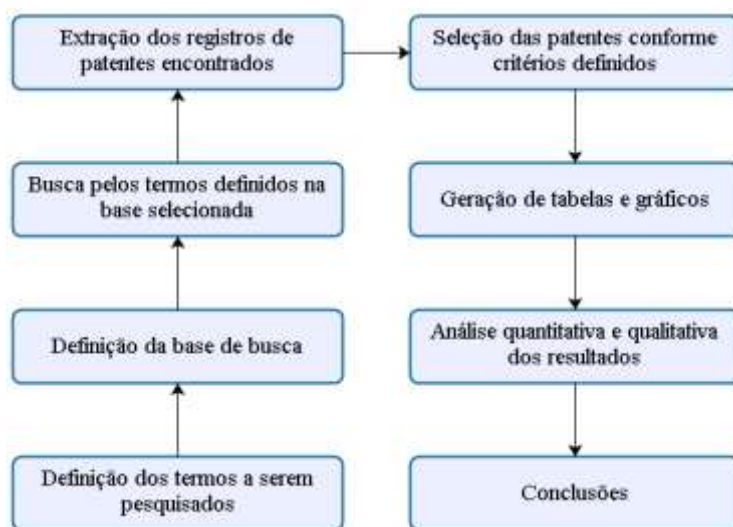
O presente estudo consiste em uma pesquisa de patentes com foco em redução de consumo de água potável nos aparelhos sanitários do tipo vaso sanitário, chuveiro e torneira. As etapas da pesquisa são apresentadas na Figura 1.

Primeiramente foram definidos os termos a serem pesquisados, adotados conforme o nome dos aparelhos na forma singular e plural, a fim de obter o maior número de resultados. Sendo assim, foram utilizados seis termos: “chuveiro”, “chuveiros”, “torneira”, “torneiras”, “vaso sanitário” e “vasos sanitários”.

A fim de avaliar o cenário nacional, as buscas foram realizadas na Base de Dados do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), em sua página virtual, na qual foi selecionada a opção que filtra somente as patentes que possuam a palavra pesquisada em seu título.

Todos os resultados encontrados foram organizados em planilha contendo as informações apresentadas na página de busca: pedido, depósito, título e IPC (International Patent Classification - Classificação Internacional de Patentes). Posteriormente, as patentes passaram por três etapas de seleção.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores.

A primeira seleção foi baseada na data de depósito, na qual foram selecionadas somente as patentes depositadas no período de 2010 a 2017, sendo que as buscas foram realizadas no mês de novembro de 2017. Na segunda seleção foi lido o resumo de cada patente, na qual foram selecionadas as patentes cujo texto indicava o objetivo de redução do consumo de água potável, sendo consideradas disposições construtivas aplicadas a um único aparelho, bem como sistemas que envolvem dois aparelhos ou mais, como é o caso dos sistemas de reuso. Por fim, na terceira etapa de seleção os documentos das patentes selecionadas foram lidos na íntegra, os quais apresentam a descrição completa da invenção. Assim, foi possível confirmar o propósito de redução do consumo de água, pois muitos resumos não apresentam claramente essa informação, e também compreender qual é a solução adotada para atingir esse objetivo. Algumas dessas patentes não possuíam documento anexo ao processo, portanto foram descartadas.

Sendo assim, foram realizadas análises para o total de patentes encontradas na primeira busca, separando-as conforme data de depósito informada, e agrupando-as por décadas, conforme apresentado nos resultados deste trabalho, no item 4.1. Posteriormente as análises foram refinadas apenas para as patentes selecionadas, conforme item 4.3, identificando o número de patentes registradas por ano, de 2010 a 2017, para cada tipo de aparelho. Também foram identificadas de acordo com a natureza de proteção, reconhecida no número de registro de cada patente, sendo classificadas em MU (Modelo de Utilidade) ou PI (Patente de Invenção). Por fim, foi realizada a análise de acordo com o conteúdo das patentes, separando em duas modalidades: uso racional da água e fontes alternativas, conforme definições de Santos et al. (2006) e Ilha et al. (2009).

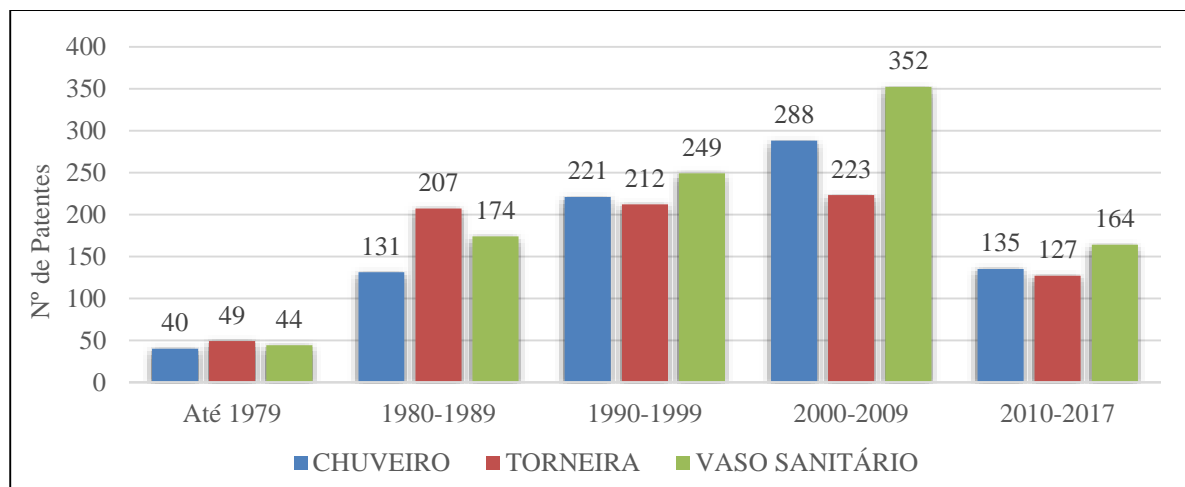
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise dos registros de patentes encontrados

Nas buscas realizadas foram encontradas 2.616 patentes, desde os primeiros registros em meados de 1970 até o ano de 2017. Destas, nem todas se referem a invenções e melhorias impostas diretamente aos aparelhos analisados, sendo que algumas se referem a equipamentos e produtos de limpeza que estão associados a estes aparelhos, como o porta papel higiênico ou escova de limpeza para vaso sanitário. Porém, estes são a minoria, não descaracterizando o universo de pesquisa.

Sendo assim, os resultados demonstram que houve um aumento no número de patentes desde os primeiros registros até o ano de 2009, partindo de 133 registros de patentes na década de 1970 para 863 registros na década de 2000. Ao longo desse período, foram registradas ao todo 2.190 patentes, sendo 32,99% referente à década de 2000. Tais fatos demonstram que houve um significativo avanço ao longo deste período, certamente associado a investimentos em pesquisa e inovação tecnológica. Porém, percebe-se que existe um declínio no número de patentes no período de 2010 a 2017, cuja quantidade de patentes é semelhante à década de 1980 (Figura 2).

Figura 2 – Quantitativo de patentes associadas aos termos pesquisados



Fonte: elaborado pelos autores.

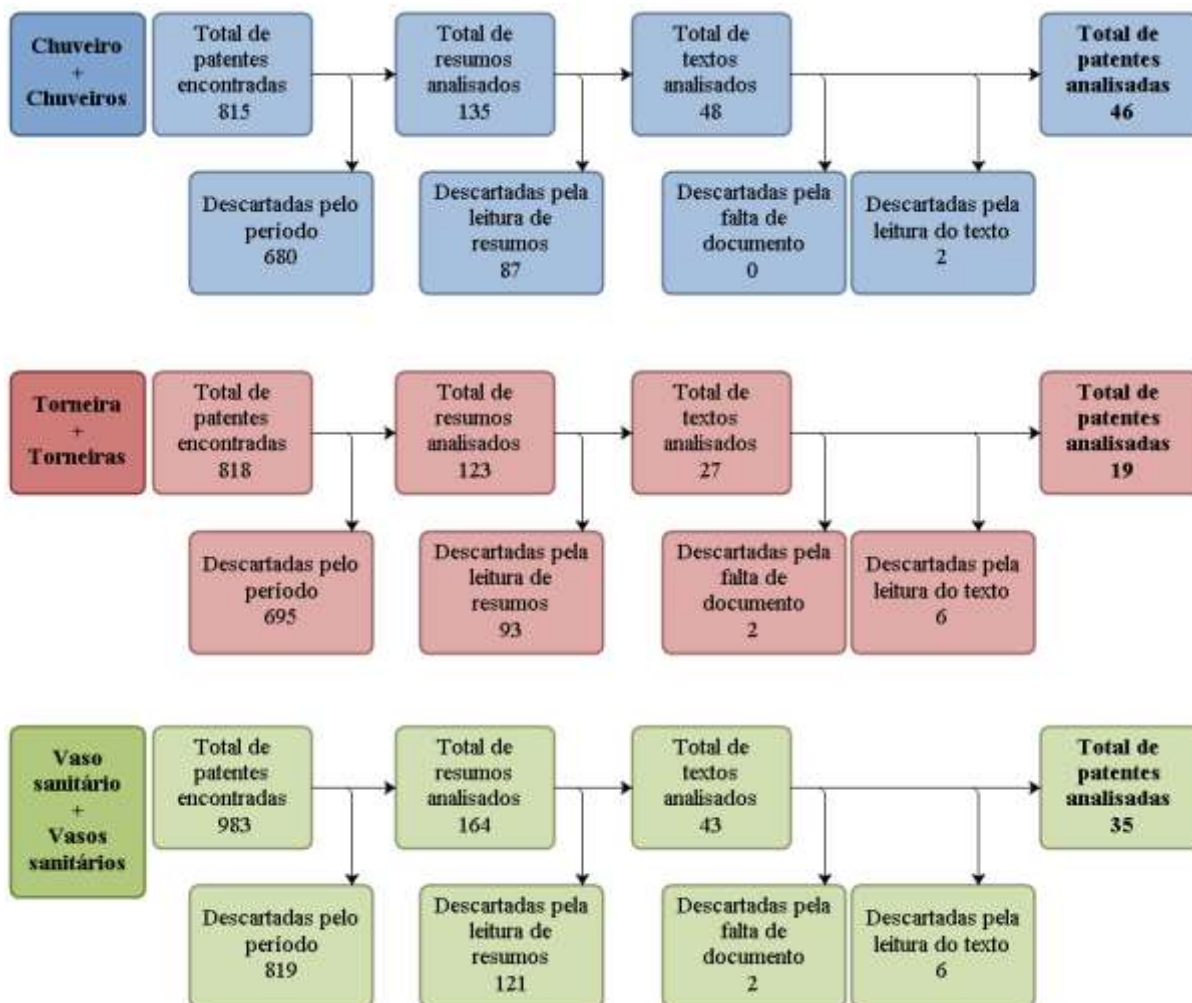
Quando analisados os aparelhos individualmente, pode-se perceber um avanço maior no registro de patentes relacionadas ao vaso sanitário, o qual representa 37,58% do universo da pesquisa, seguido pelo chuveiro, com 33,37% e torneira, com 25,84%. Além disso, observa-se uma estagnação nos registros de patentes relacionadas à torneira.

4.2 Seleção das patentes

As etapas de seleção conforme os três critérios adotados podem ser observadas na Figura 3. Do total de 2.616 patentes, após a seleção pelo período de análise, permaneceram 422 patentes, e 2.194 foram descartadas. Na segunda etapa foram selecionadas 118 patentes e descartadas 304. E por fim, na terceira etapa foram descartadas 18 patentes, e mantidas 100 patentes para a análise final.

É importante salientar que destas 100 patentes selecionadas, seis são repetidas, pois apareceram em diferentes buscas, ou seja, o título da patente continha as palavras “chuveiro” e “torneira”, por exemplo. Em geral, são disposições construtivas aplicadas nos dois aparelhos, ou ainda, sistemas de reuso de água que aproveitam a água servida de um aparelho para uso em outro. Sendo assim, foram efetivamente analisadas 94 patentes, porém, na análise dos resultados estas patentes serão apresentadas em duplicidade, pois são válidas para os dois aparelhos, totalizando 100 registros.

Figura 3 – Diagramas de seleção de patentes

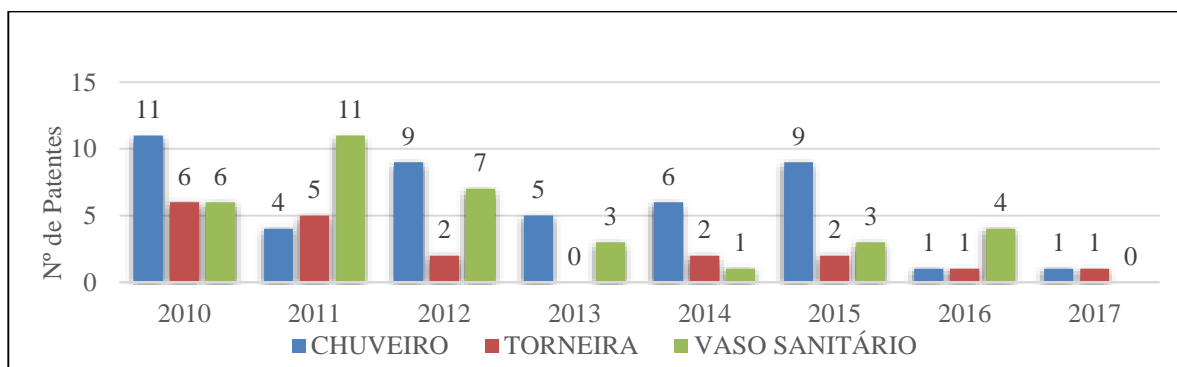


Fonte: elaborado pelos autores.

4.3 Análise das patentes selecionadas

Os 100 registros encontrados no período de 2010 à 2017 são apresentados na Figura 4, na qual é possível observar a evolução dos registros de patentes para cada aparelho.

Figura 4 – Evolução das patentes por tipo de aparelho



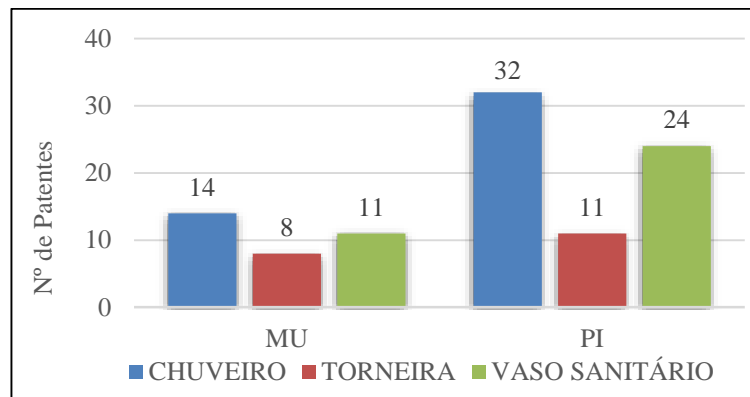
Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 4 pode-se observar que houve um declínio do registro de patentes dos aparelhos estudados com foco em economia de água nos últimos 7 anos, sendo que apenas 2% dos registros ocorreram em 2017. Para Gomes

et al. (2017), o declínio nos registros de patentes demonstra que o Brasil, para tornar-se relevante no cenário global, precisa aumentar sua capacidade de inovar e assim fazer parte de um seleto grupo de nações que tenha na inovação a base para seu crescimento.

Outro fator estudado refere-se à classificação dessas patentes como Modelo de Utilidade (MU) e Patente de Invenção (PI), cujos resultados são apresentados na Figura 5. Observa-se que, das 100 patentes analisadas, 67% refere-se à PI, e 33% a MU.

Figura 5 – Quantitativo de patentes conforme a natureza da proteção



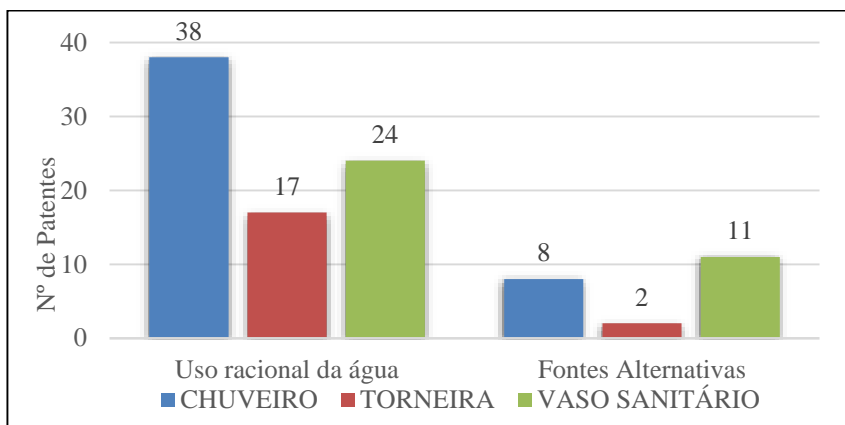
Fonte: elaborado pelos autores.

Na classificação de MU, observa-se que o chuveiro é o aparelho que possui mais registros de patentes, com 42,42% do total, seguido do vaso sanitário, com 33,33%, e torneira, com 24,24%. O mesmo se observa na classificação de PI, sendo que 47,76% dos registros referem-se ao chuveiro, 35,82% ao vaso sanitário e 16,42% à torneira.

No estudo aprofundado das patentes no que tange à natureza da invenção e conhecimento do estado da técnica, entende-se a diferença entre MU e PI. Pode-se citar como exemplo de PI a patente denominada Aparelho para controle de fluxo de água (Yamanaka, 2017), a qual consiste na aplicação de um aparelho no chuveiro para controle de fluxo de água por meio de um sensor de presença, evidenciando um novo efeito técnico-funcional, característico de uma PI. Por outro lado, a patente denominada Disposição construtiva aplicada a módulo de comando independente para chuveiros elétricos (Santos & Costa, 2015), a qual consiste em acoplar um sensor de presença ao chuveiro elétrico, é classificada como MU, pois refere-se a um aperfeiçoamento de funcionalidade.

As patentes foram ainda classificadas a partir da solução proposta para conservação de água, sendo o uso racional ou o uso de fontes alternativas (Figura 6). Percebe-se que das 100 patentes analisadas, a maioria se refere a soluções de uso racional da água, representando 79% do total, enquanto 21% das patentes estão relacionadas ao uso de fontes alternativas. Em relação às soluções de uso racional, o chuveiro se destaca com 48,10% dos registros, seguido do vaso sanitário com 30,38%. Já em relação às fontes alternativas, o vaso sanitário representa 52,38% do total, sendo que este é o único aparelho dentre os analisados no qual pode-se utilizar água não potável. Além disso, o chuveiro apresenta 38,10% das patentes de fontes alternativas, sendo que muitas se referem à captação da água do banho para reuso na descarga do vaso sanitário.

Figura 6 – Quantitativo de patentes conforme solução de conservação de água



Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise da descrição completa das patentes, observa-se que dentre as patentes que apresentam soluções de fontes alternativas, a maioria refere-se ao reuso da água para descargas nos vasos sanitários, o que reduz consideravelmente o consumo de água potável (Figura 7). Já as medidas de uso racional de água são variáveis, algumas proporcionam uma sensível economia de água que, em muitos casos, é uma consequência de outros objetivos principais da patente como a economia de energia, enquanto outras proporcionam economias significativas, com redução de 50% do consumo de água, ou até mesmo sistemas a seco, sem uso de água (Figura 8).

Figura 7 – Soluções adotadas nas patentes como fontes alternativas de água

Solução	Chuveiro	Torneira	Vaso Sanitário
Captação e reuso da água na descarga do vaso sanitário ou posterior uso	BR 10 2012 014560 0 MU 9001742-0 PI 1001439-0 BR 10 2015 021140 6 BR 20 2014 022915 4 BR 10 2012 001439 4	PI 1000435-1 MU 9000059-5	BR 20 2016 008524 7 BR 10 2015 010300 0 BR 10 2015 005773 3 BR 20 2014 002152 9 MU 9100206-0 MU 9000033-1 BR 11 2014 030487 4 PI 1000435-1 BR 10 2012 014560 0 MU 9102321-1
Outros	BR 10 2014 031723 6 BR 20 2013 008641 5		PI 1000434-3

Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 8 – Soluções adotadas nas patentes para uso racional da água

Solução	Chuveiro	Torneira	Vaso Sanitário
Sensor de presença, proximidade	BR 10 2017 014476 3 BR 20 2015 024876 3 BR 10 2013 028961 2 BR 20 2013 025385 0	BR 20 2016 020264 2 BR 20 2015 012037 6 BR 11 2012 026846 5 BR 10 2017 014476 3	
Temporizador	BR 13 2015 016749 0 BR 10 2014 032242 6 MU 9000794-8 PI 1000935-3 PI 1002256-2	BR 20 2015 000873 8 BR 20 2012 010924 2 MU 9102301-7 PI 1005899-0	
Restritor ou redutor de vazão e redutor de pressão	PI 1000330-4 BR 10 2015 027115 8 PI 1001111-0 PI 1102908-0	PI 1104596-5 PI 1003526-5	

STUDY OF INNOVATIONS IN SANITARY APPLIANCES WITH EMPHASIS ON WATER SAVING

Aperfeiçoamento para economia de energia, e indiretamente de água	BR 10 2012 012424 6 BR 10 2012 006086 8 BR 20 2014 031925 0 BR 10 2014 023680 5		
Sistemas para captação, recirculação, pré-aquecimento para não desperdiçar a água ainda não aquecida	BR 10 2016 004012 4 BR 10 2015 015321 0 BR 10 2014 025964 3 BR 10 2015 000197 5 BR 20 2012 031207 2 BR 20 2012 005211 9 BR 10 2012 022860 2 BR 11 2013 011645 5 BR 20 2015 003607 3 PI 1101007-0	BR 11 2012 024656 9 BR 10 2014 025964 3	
Pressurização e pulverização da água	BR 20 2015 018425 0 BR 11 2015 009911 4 BR 11 2014 022782 9 BR 11 2013 020861 9 PI 1005233-0	BR 11 2015 023676 6	
Mudanças na válvula para diferentes fluxos de descarga			BR 11 2012 003188 0 PI 1002006-3 PI 1001010-6 BR 10 2012 011769 0 BR 10 2013 004978 6
Sistemas a seco, sem uso de água			BR 20 2016 005272 1 BR 20 2015 000825 8 BR 20 2012 028347 1
Sistemas mecânicos, hidropneumáticos e motorizados			PI 1101252-8 PI 1100332-4 PI 1102967-6 BR 10 2012 019450 3 BR 10 2016 005660 8
Outros	BR 20 2015 023809 1 MU 9101648-7 PI 1002472-7 BR 10 2012 015060 3 MU 9001524-0 PI 1002484-0	MU 9101844-7 PI 1102376-7 BR 10 2012 015060 3 MU 9001524-0	BR 11 2014 002565 7 PI 1101968-9 MU 9100543-4 MU 9102625-3 BR 11 2013 002806 8 PI 1105345-3 BR 10 2016 013675 0 BR 20 2013 027357 6 BR 10 2012 022978 1 BR 11 2012 022070 5 BR 11 2013 019810 9

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise das patentes por tipo de aparelho, observa-se que a solução mais adotada para uso racional de água nos chuveiros é o não desperdício da água fria eliminada nos primeiros instantes do banho, o que ocorre até que se obtenha a temperatura ideal de banho, conforme Figura 8.

De acordo com Menezes (2013) e Landulfo (2016), quanto mais distante estiver o sistema de aquecimento solar ou a gás, maior será o tempo para que a água fria acumulada no trecho de tubulação seja eliminada, resultando em um tempo de espera pelo usuário e em um volume de água desperdiçado nesse período. Os mesmos autores abordaram em suas pesquisas métodos para reduzir ou eliminar essas perdas. De acordo com dados da pesquisa do Centro Internacional de Referência em Reuso de água [CIRRA] (2009), essa perda é de aproximadamente 4,5 a 5,0 litros de água por banho.

Sendo assim, esse tema é relevante e está sendo explorado em pesquisas, as quais têm gerado soluções. Pode-se citar como exemplo destas soluções as técnicas de captação desta água desperdiçada para uso na descarga do vaso sanitário, estas descritas na patente Sistema de recuperação de água do chuveiro (Queiroz, 2015), ou ainda sistemas de recirculação da água, conforme a patente denominada Sistema de recirculação para chuveiro (Christy, 2011). Semelhantemente, na patente intitulada Sistema controlador de vazão e temperatura é apresentado um sistema que conta com sensor de temperatura, no qual a água só é liberada no chuveiro quando atingir a temperatura programada (Tomita, 2012).

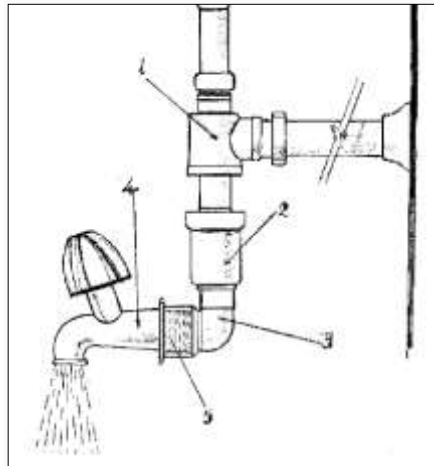
Outra solução bastante adotada nas invenções de chuveiro é um sistema temporizador que regula o tempo de banho, interrompendo o fluxo de água ao término do tempo programado, que é o caso da patente chamada Dispositivo temporizador para chuveiros, aquecedores e similares (Machado, 2010).

Em relação às fontes alternativas (Figura 7), as invenções apresentam muitas soluções de captação da água do banho para reuso na descarga do vaso sanitário, como as patentes denominadas Sistema de reaproveitamento direto de água utilizada em chuveiros (Barros, 2010) e Sistema individual e econômico que permite reutilização da água do chuveiro (Cauzzo, 2014).

Outras duas invenções de fontes alternativas se mostraram exclusivas na análise. A primeira é chamada de Chuveiro produtor de água autossustentável (Menezes, 2014), a qual propõe um sistema que produz água a partir da umidade presente no ar do ambiente e a armazena em um reservatório. A segunda recebe o título de Aperfeiçoamento do mecanismo de funcionamento em ducha/chuveiro (Pereira, 2013), que prevê um processo ecológico de dessanilização parcial da água do mar para uso posterior no banho, sendo que o recipiente que realiza o tratamento é acoplado ao chuveiro.

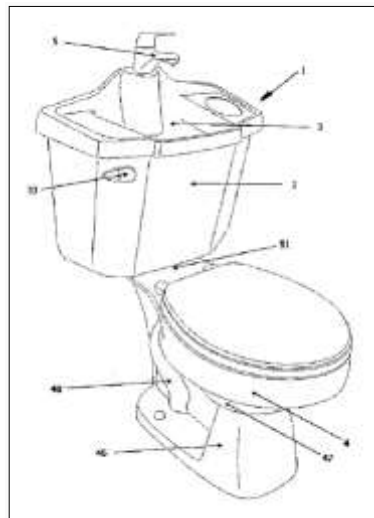
Já em relação às torneiras, percebe-se que as invenções de uso racional (Figura 8) contemplam, em sua maioria, sensores de proximidade e toque, como a patente intitulada Dispositivo para controle automático do fluxo de água em torneiras e congêneres (Bartolo, 2016), que consiste em um dispositivo rosqueado na extremidade da torneira, o qual possui uma bateria recarregável e microválvula comandada por sensor de presença. Observa-se que os temporizadores também são bastante explorados nas patentes, como a patente de Almeida (2015), denominada Mecanismo de dosagem automática aplicado em torneiras, a qual descreve um mecanismo para fechamento automático da torneira com temporizador, ou seja, sem intervenção do usuário, evitando o desperdício pelo não fechamento.

Quanto às fontes alternativas identificadas nas patentes de torneiras (Figura 7), uma das soluções é o simples acoplamento de um joelho na saída do esgoto do lavatório e/ou pia para uma torneira, a partir da qual a água é coletada e armazenada em um recipiente para uso posterior (Figura 9), conforme patente denominada Sifão com torneira para reaproveitamento da água servida (Leal, 2010). Porém, é importante salientar que essa solução depende da ação do usuário e, conseqüentemente, da sua conscientização.

Figura 9 – Patente MU 9000059-5

Fonte: Leal (2010).

Outras soluções já independem do usuário, como a patente denominada Sistema de economia de água, vaso sanitário e torneira misturadora modificada (Garza, 2010), que corresponde a um lavatório acoplado a um vaso sanitário, do qual a água de lavagem é encaminhada diretamente para a caixa de descarga (Figura 10).

Figura 10 – Patente PI 1000435-1

Fonte: Garza (2010).

Em relação aos vasos sanitários, no uso racional de água (Figura 8) destacam-se as disposições construtivas aplicadas às válvulas de descarga, como a patente Válvula de descarga para vaso sanitário acionada por meio de botão (Carvalho, 2012), que propôs uma mudança na válvula para reduzir o seu tempo de fechamento, gerando economia de água.

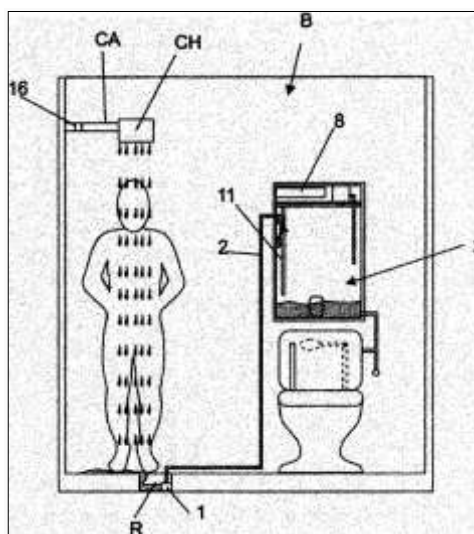
Com o objetivo de não consumir água alguma, três patentes apresentam sistemas a seco. A patente intitulada Aperfeiçoamento introduzido em vaso sanitário (Brancher, 2016) corresponde a um vaso sanitário a seco, móvel, sem instalação hidráulica e com motor elétrico, no qual os rejeitos ficam retidos em um papel absorvente. Semelhantemente, na patente denominada Vaso sanitário sem água (Bortolini, 2012), não são necessárias instalações hidrossanitárias, e os rejeitos são coletados em recipiente impermeável e biodegradável. Na patente Vaso sanitário por acondicionamento a vácuo (Garcia, 2015), o vaso sanitário possui um motor elétrico, a partir do

qual os rejeitos são coletados em embalagens a vácuo, as quais podem ser descartadas e/ou incineradas posteriormente.

Outras patentes de vaso sanitário contempladas na categoria “outros” (Figura 8) incluem melhorias específicas, como é o caso da patente intitulada Dispositivo de economia de água de fecho automático, método e vaso sanitário (Yu, 2011), que prevê um jato de água mais direcionado, com maior pressão e melhor capacidade de limpeza, exigindo reduzidos volumes de água. Destaca-se também uma solução que utiliza descarga automática por temperatura da urina, ou seja, a descarga é acionada somente no uso, evitando o desperdício pelo acionamento desnecessário. Esta solução é descrita na patente denominada Sistema inteligente de descarga automática por temperatura (Matos, 2012).

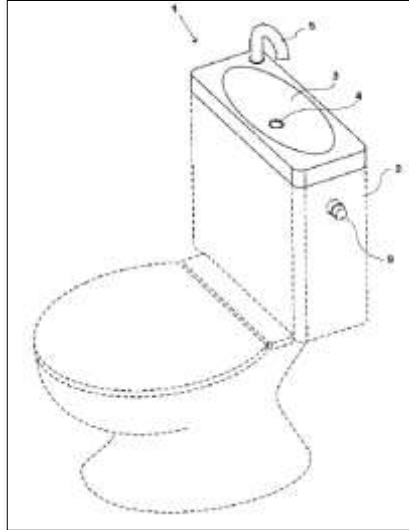
Quanto às fontes alternativas para vaso sanitário (Figura 7), muitas patentes mencionam o reuso da água do lavatório ou chuveiro. A invenção denominada Disposição introduzida em caixa estendida acoplada em vaso sanitário para reuso de água (Batista, 2016) conta com uma caixa acoplada de volume maior que o convencional para armazenar maior quantidade de água de reuso. Já a patente Sistema de reuso de água para descarga no vaso sanitário (Negosseque, 2015) prevê uma simples ligação do esgoto do lavatório para a caixa acoplada do vaso, sendo o lavatório mais elevado que a caixa. Outras patentes propõem um sistema mais completo, como é o caso da patente denominada Instalação hidráulica automatizada (Pria, 2015), na qual a água é coletada no ralo do box e é elevada até um reservatório para ser tratada, descendo posteriormente até a caixa acoplada do vaso para uso na descarga (Figura 11).

Figura 11 – Patente BR 10 2015 005773 3



Fonte: Pria (2015).

Além disso, outras patentes contemplam um conjunto de lavatório e vaso sanitário, em um mesmo equipamento (Figura 12), sendo elas denominadas Vaso sanitário com caixa e bacia acoplada para descarga com sistema de captura de água para lavar as mãos (Suzuki, 2014), Vaso sanitário com tubo curvado para aproveitamento da água para higienização (Takeshita, 2011) e Disposição construtiva aplicada em pia para caixa acoplada de vaso sanitário (Akama, 2010).

Figura 12 – Patente MU 9000033-1

Fonte: Akama (2010).

5 CONCLUSÕES

O cenário atual de escassez de recursos hídricos tem levado à busca por soluções de conservação da água. Nas edificações, essa conservação pode ser alcançada através de medidas de uso racional da água e do uso de fontes alternativas.

Estudos como Gonçalves (2009) e Botelho (2013) apontam que o chuveiro e vaso sanitário são responsáveis pela maior parcela de consumo de água nas residências, enquanto Cohim et al. (2009) e Almeida (2007) mencionam a pia da cozinha. Sendo assim, o alto consumo de água nos aparelhos pode ser entendido como uma oportunidade de melhoria.

O presente estudo buscou analisar quantitativamente e qualitativamente as inovações tecnológicas em chuveiros, vasos sanitários e torneira, que visam contribuir no processo de conservação da água, por meio da análise das patentes depositadas na base de dados do INPI, no período de 2010 a 2017. Na primeira busca foram encontradas 2.616 patentes, desde 1979 até 2017, incluindo todas as patentes que continham os termos chuveiro(s), torneira(s), e vaso(s) sanitário(s). Analisando os dados, percebeu-se que havia uma tendência de crescimento no registro de patentes até o ano de 2009, seguida de uma decadência na década atual. Após o refinamento dos dados, foram selecionadas 100 patentes que objetivam a economia de água, e percebeu-se um claro declínio no registro de patentes com esse foco nos últimos 7 anos. Esse declínio pode ter ocorrido por falta de incentivos à pesquisa, ou ainda por ineficiência do sistema, conforme relatado por Garcez e Moreira (2017), que apontam um atraso crônico no processamento de pedidos de patentes, gerando filas de pedidos, e se constituindo como um obstáculo à inovação tecnológica.

Em relação às invenções analisadas, observou-se que 79% se referem a soluções de uso racional água, incluindo medidas de aproveitamento da água desperdiçada nos primeiros instantes do banho até atingir a temperatura ideal, utilização de temporizadores que limitam o tempo de banho e/ou uso da torneira, instalação de sensores de presença para evitar o consumo de água desnecessário, entre outros. Por outro lado, 21% dos registros apresentam medidas de conservação através do uso de fontes alternativas, sendo que a maioria das soluções se refere ao reuso da água do chuveiro ou lavatório na descarga do vaso sanitário, dentre as quais várias patentes apresentam lavatório acoplado ao vaso sanitário.

Além disso, três patentes descrevem vasos sanitários a seco, sem utilização da água, no qual os rejeitos são coletados em recipientes absorventes e/ou biodegradáveis. Outras soluções diferenciadas também foram observadas para chuveiros, como a dessanilização da água para uso no banho, ou a produção de água através da umidade presente no ar.

REFERÊNCIAS

Abiko, A. K., Marques, F. S., Cardoso, F. F. & Tigre, P. B. (Org.). (2005). *Setor de construção civil: Segmento de Edificações* (Série Estudos Setoriais, 5). Brasília: Senai.

Akama, E. (2010). *Disposição construtiva aplicada em pia para caixa acoplada de vaso sanitário*. INPI, MU 9000033-1.

Alexandre, A. C., Kalbusch, A. & Henning, E. (2017). Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água. *Eng. Sanit. Ambient.*, 5(22), 1005-1015.

- Almeida, G. (2007). *Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reuso: estudo em Feira de Santana, Bahia*. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia/UFBA, Salvador, BA, Brasil. Disponível: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/21708>
- Almeida, M. M. S. (2015). *Disposição introduzida em mecanismo de dosagem automática aplicado em torneiras*. INPI, BR 20 2015 000873 8.
- Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção. (2017). *Perfil da indústria de materiais de construção*. Recuperado em 13 fevereiro, 2018, de <http://www.abramat.org.br/lista-interna&codigo=9>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). *NBR 5626: Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro.
- Barros, P. R. (2010). *Sistema de reaproveitamento direto de água utilizada em chuveiros*. INPI, PI 1001439-0.
- Bartolo, N. M. F. (2016). *Dispositivo para controle automático do fluxo de água em torneiras e congêneres*. INPI, BR 20 2016 020264 2.
- Batista, W. (2016). *Disposição introduzida em caixa estendida acoplada em vaso sanitário para reuso de água*. INPI, BR 20 2016 008524 7.
- Bortolini, W. (2012). *Vaso sanitário sem água*. INPI, BR 20 2012 028347 1.
- Botelho, G. L. P. (2013). *Avaliação do consumo de água em domicílios: fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos*. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia/UFBA, Salvador, BA, Brasil. Disponível: <http://www.maasa.eng.ufba.br/sites/maasa.eng.ufba.br/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Gabriela%20Botelho.pdf>
- Brancher, A. (2016). *Aperfeiçoamento introduzido em vaso sanitário*. INPI, BR 20 2016 005272 1.
- Carvalho, C. F. V. de. (2012). *Válvula de descarga para vaso sanitário, com acumulação, acionada por meio de botão*. INPI, BR 10 2012 011769 0.
- Cauzzo, J. A. A. (2014). *Sistema individual e econômico que permite reutilização da água do chuveiro*. INPI, BR 20 2014 022915 4.
- Centro Internacional de Referência em Reuso de água. (2009). *Avaliação do consumo de insumos (água, energia elétrica e gás) em chuveiro elétrico, aquecedor a gás, chuveiro híbrido, aquecedor solar e aquecedor de acumulação elétrico*. Recuperado em 21 fevereiro, 2018, de http://www.piniweb.com/bancomaterias/images/dados_preliminares_cirra.pdf.
- Christy, N. (2011). *Sistema de recirculação para chuveiro*. INPI, BR 11 2013 011645 5.
- Cohim, E., Garcia, A., Kiperstok, A. & Dias, M. C. (2009, setembro). Consumo de água em residências de baixa renda: estudo de caso. *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Recife, PE, Brasil, 25.
- Costa, D. D. da & Nascimento, P. T. S. (2011). A gestão do desenvolvimento de produtos na indústria de materiais de construção. *Revista de Administração Contemporânea*, 15(1), 1-24.
- Francklin, I. J. & Amaral, T. G. (2008). Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. *Ciência et Praxis*, 1(2), p. 11-16.
- Garcez, S. S. Jr & Moreira, J. J. S. (2017). O backlog de patentes no Brasil: o direito à razoável duração do procedimento administrativo. *Revista Direito GV*, 13(1), 171-203.

- Garcia, L. F. F. (2015). *Vaso sanitário por acondicionamento a vácuo*. INPI, BR 20 2015 000825 8.
- Garza, M. G. G. L. (2010). *Sistema de economia de água, vaso sanitário e torneira misturadora modificada*. INPI, PI 1000435-1.
- Gomes, S. V., Santos, J. A. N., Santos, B. R. C. & Terra, S. R. (2017). A busca por financiamento da inovação na indústria da construção civil. *Revista Gestão Industrial*, 13(1).
- Gomes, T. E. O., Medeiros, F. S. B., Medeiros, N. C. L. de & Adamy, A. P. A. (2016). Inovação e sustentabilidade: uma análise bibliométrica dos trabalhos publicados no Fórum Internacional Ecoinnovar. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET*, 20(1), 187-199.
- Gonçalves, R. F. (2009). *Uso racional de água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES.
- Ilha, M. S. O., Oliveira, L. H. & Gonçalves, O. M. (2009). Environmental assessment of residential buildings with an emphasis on water conservation. *Building Services Engineering Research and Technology*, 30(1), 15-26.
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial. (2015). *Manual para o depositante de patentes*. Brasília, 2015. Recuperado em 15 novembro, 2017, de <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/manual-para-o-depositante-de-patentes.pdf>
- Jacoski, C. A., Costella, M. F. & Rigon, M. (2014, novembro). Estudo patentométrico de argamassas no Brasil. *Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Maceió, AL, Brasil, 15.
- Lamberts, R., Ghisi, E., Pereira, C. D. & Batista, J. O. (2010). *Casa eficiente: uso racional da água*. Florianópolis: UFSC.
- Landulfo, F. (2016). *Dispositivo automático micro controlado para ajuste da temperatura e economia de água em chuveiros*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas/Unicamp, Campinas, SP, Brasil. Disponível: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321231/1/Landulfo_Fernando_M.pdf
- Leal, W. R. V. (2010). *Sifão com torneira para reaproveitamento da água servida*. INPI, MU 9000059-5.
- Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996*. (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União. Brasília, DF.
- Machado, C. P. Jr. (2010). *Dispositivo temporizador para chuveiros, aquecedores e similares*. INPI, MU 9000794-8.
- Marinoski, A. K., Vieira, A. S., Silva, A. S. & Ghisi, E. (2014). Water end-uses in low-income houses in southern Brazil. *Water*, 6, 1985-1999.
- Matos, R. A. de. (2012). *Sistema inteligente de descarga automática por temperatura da urina, para higienização de mictórios e/ou vasos sanitários*. INPI, BR 10 2012 022978 1.
- Menezes, P. R. P. (2014). *Chuveiro produtor de água autossustentável*. INPI, BR 10 2014 031723 6.
- Menezes, T. L. de. (2013). *Automação para chuveiros elétricos em sistemas de aquecimento solar*. Monografia de graduação, Centro Universitário de Brasília/ UniCEUB, Brasília, DF, Brasil. Disponível: <http://repositorio.uniceub.br/handle/235/4913>.
- Mchale, J., Bucher, C., Grover, D. & Zhou, J. (2012). *Conjunto de cuba de vaso sanitário acionado por gravidade, vaso sanitário acionado por gravidade e método para fornecer um vaso sanitário capaz de operar em um volume de descarga não maior do que cerca de 6,0 litros*. INPI, BR 11 2013 019810 9.

- Negossequê, C. A. (2015). *Sistema de reuso de água, para descarga no vaso sanitário*. INPI, BR 10 2015 010300 0.
- Nonnenmacher, L., Costella, M. F., Costella, M. M. & Saurin, T. A. (2017). A framework to select innovations in patents to improve temporary edge protection systems in buildings. *Ambiente Construído*, 17(3), 137-151.
- Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2006). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação* (3 ed.). Brasília: Finep.
- Pereira, L. S. (2013). *Aperfeiçoamento do mecanismo de funcionamento em ducha/chuveiro*. INPI, BR 20 2013 008641 5.
- Pria, S. R. D. (2015). *Instalação hidráulica automatizada, para sistema de coleta e tratamento de água de banho e reuso em caixa de descarga de vaso sanitário*. INPI, BR 10 2015 005773 3.
- Proença, L. C. & Ghisi, E. (2010). Water end-uses in Brazilian office buildings. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(8), 489-500.
- Queiroz, P. M. (2015). *Sistema de recuperação de água do chuveiro*. INPI, BR 10 2015 000197 5.
- Santos, D. C. dos, Lobato, M. B., Volpi, N. M. P. & Borges, L. Z. (2006). Hierarquização de medidas de conservação de água em edificações residenciais com o auxílio da análise multicritério. *Ambiente Construído*, 6(1), 31-47.
- Santos, E. R.; Costa, A. Jr. O. (2015). *Disposição construtiva aplicada a módulo de comando independente para chuveiros elétricos*. INPI, BR 20 2015 024876 3.
- Silva, F. C. da, Lima, F. V. R., Paixão, A. E. A. & Santos, J. A. B. dos. (2016, setembro). Mapeamento de tecnologias associadas ao reaproveitamento de resíduos sólidos e reciclagem de materiais utilizados no setor da construção civil brasileira. *Anais do International Symposium on Technological Innovation*, Aracaju, SE, Brasil, 7.
- Silva, M. J. M. da, Paterniani, J. E. S., Assunção, L. F. J. & Trindade, P. A. B. (2017). Avaliação da economia de água em chuveiro com dispositivo aerador. *Organizações e Sociedade*, 6(5), 4-18.
- Suzuki, I. (2014). *Vaso sanitário com caixa e bacia acoplada para descarga com sistema de captura de água para lavar as mãos*. INPI, BR 20 2014 002152 9.
- Takeshita, M. M. (2011). *Vaso sanitário, com caixa acoplada, com tampa em formato de cuba, com tubo curvado para aproveitamento da água para higienização*. INPI, MU 9102321-1.
- Tomita, J. T. (2012). *Disposição aplicada em sistema controlador de vazão e temperatura empregado em chuveiro*. INPI, BR 20 2012 031207 2.
- Velazquez, L., Munguia, N. & Ojeda, M. (2013). Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. *Journal of cleaner production*, 46, 83-88.
- Yamanaka, L. G. (2017). *Aparelho para controle de fluxo de água com sensor de presença aplicado em chuveiros e torneiras*. INPI, BR 10 2017 014476 3.
- Yu, J. (2011). *Dispositivo de economia de água de fecho automático, método e vaso sanitário*. INPI, BR 11 2013 002806 8.
- Zhang, S. X. & Babovic, V. (2012). A real options approach to the design and architecture of water supply systems using innovative water technologies under uncertainty. *Journal of Hydroinformatics*, 14(1), 13-29.