



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

## **Uma análise sobre os esforços de pesquisa direcionados para o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água.**

Maria Eduarda Carvalho de Araújo, PUC-Campinas, [mariaecarv4@gmail.com](mailto:mariaecarv4@gmail.com)  
Vinícius Eduardo Ferrari, PUC-Campinas, [vinicius.ferrari@puc-campinas.edu.br](mailto:vinicius.ferrari@puc-campinas.edu.br)  
Cândido Ferreira da Silva Filho, PUC-Campinas, [candidofilho@puc-campinas.edu.br](mailto:candidofilho@puc-campinas.edu.br)

### **Resumo**

O objetivo deste estudo consiste em analisar os esforços de pesquisa direcionados para o desenvolvimento de novas aplicações tecnológicas relacionadas aos serviços de abastecimento e tratamento de água. Os autores utilizaram a plataforma *Derwent Innovations Index* para realizar uma busca dos pedidos globais de patentes realizados entre 2000 e 2020 que receberam a classificação tecnológica D15 (“*treating water, industrial waste and sewage*”). A pesquisa identificou 31.278 famílias de patentes, incluindo 2.938 pedidos de proteção que foram estendidos para o Brasil. Os resultados sugerem que a General Electric (GE) possui as patentes de tratamento de água de maior importância tecnológica. A empresa também se destaca como a principal titular de documentos patentários no Brasil, sendo seguida de perto por outras multinacionais como a Veolia e a 3M. O estudo conclui que os grandes conglomerados internacionais estão interessados em difundir as principais tecnologias de tratamento de água para diversas nações, inclusive para o Brasil. A grande extensão de rios e aquíferos fazem do nosso país um ambiente muito atrativo para o desenvolvimento de tecnologias de *water & sanitation*. As despeito desse enorme potencial, as organizações brasileiras estão ficando de fora da corrida global por patentes de tecnologias relacionadas à água.

**Palavras-chave:** pesquisa e desenvolvimento, recursos hídricos, patentes.

### **1. Introdução**

Atualmente 768 milhões de pessoas dependem de fontes inseguras de água potável enquanto outros 2,5 bilhões de indivíduos não possuem acesso a instalações sólidas de esgoto. Esses dois problemas correlatos geram graves entraves para nutrição e para desenvolvimento social (HLPE, 2015). Ademais, diversos estudos preveem a eclosão de novas crises hídricas nas próximas décadas, tanto devido às mudanças climáticas que afetarão a disponibilidade de água quanto ao aumento dos conflitos sociais e econômicos pelo acesso a esse bem essencial (WORLD BANK, 2008; WORLD ECONOMIC FORUM, 2020).

A universalização do acesso à água e aos serviços de saneamento representa uma prioridade urgente da Organização das Nações Unidas (ONU). Neste sentido, o sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 consiste em “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Ademais, o ODS No 13 – “tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos” (ONUBR, 2015) – pode ser considerado um pré-requisito para a conservação das fontes hídricas.

As inovações tecnológicas têm se mostrado uma exigência nos tempos atuais, vislumbradas como uma condição crucial para a construção de um mundo socialmente mais justo e, ao



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

mesmo tempo, mais favorável para o meio ambiente. Por essas razões, o estudo dos desafios tecnológicos para a segurança hídrica mundial tem atraído o interesse de diversos *policy makers* e acadêmicos (HLPE, 2015). Dentre esses desafios, reconhece-se que a pesquisa de novas tecnologias capazes de tornar os processos de abastecimento de água e os serviços de tratamento/saneamento mais sustentáveis representa um ingrediente crucial para aprimorar a gestão dos recursos hídricos. (EPA, 2014).

Contudo, algumas lacunas de pesquisa permanecem neste campo do saber, uma vez que, até o momento, nenhum estudo respondeu duas perguntas chaves: quais organizações têm liderado o desenvolvimento de aplicações tecnológicas voltadas para os serviços de abastecimento e tratamento de água no âmbito mundial? Os titulares destas tecnologias estão comprometidos em trazê-las para o Brasil? O presente estudo visa preencher essas lacunas. Para tanto, os autores utilizaram a plataforma *Derwent Innovations* para realizar uma busca dos pedidos globais de patentes de tratamento de água que foram realizados entre 2000 e 2020 com o intuito de mapear e qualificar os esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no sentido de tornar as estruturas de distribuição/tratamento de água mais sustentáveis e resilientes.

Este estudo foi organizado da seguinte maneira: a Seção 2 aprofunda os temas abordados nesta introdução concernentes à segurança hídrica mundial e às inovações tecnológicas; a Seção 3 descreve os procedimentos metodológicos utilizados para identificar as patentes de tratamento de água e para a elaboração dos indicadores patentários. Finalmente, a Seção 4 analisa a titularidade destes documentos de propriedade intelectual assim como as tecnologias reivindicadas por eles ao passo que a Seção 5 conclui o estudo.

## 2. Fundamentação teórica

HPLE (2015) prevê um cenário de escassez crescente de recursos hídricos, tanto devido às mudanças climáticas que afetarão a disponibilidade de água, quanto à competição de diversos setores pelo acesso a esse bem essencial. Sob essa perspectiva, a U.S. Environmental Protection Agency do Governo Federal dos EUA elencou dez desafios tecnológicos que precisarão ser enfrentados nos anos vindouros com o objetivo de assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos mundiais (EPA, 2014). Três desses desafios estão associados às atividades agrícolas e industriais: i) reduzir o consumo de energia associado às atividades de irrigação, extração e tratamento de água; ii) recuperar microbacias e mananciais contaminados por nutrientes advindos da aplicação de fertilizantes (e.g. nitrogênio, fósforo); iii) desenvolver tecnologias voltadas para a conservação e reutilização de recursos hídricos nas atividades industriais e agrícolas.

Os demais fatores críticos para a segurança hídrica mundial abrangem os serviços de *water & sanitation*. Existe a necessidade de: iv) tornar as infraestruturas de distribuição de água e esgoto mais sustentáveis; v) diminuir os custos e aprimorar as técnicas de monitoramento das fontes de água potável; vi) melhorar a eficiência das microbacias de abastecimento de água; vii) desenvolver novas fontes de energia menos dependentes de recursos hídricos; viii) ampliar a resiliência da infraestrutura de abastecimento de água em relação aos fenômenos climáticos extremos; ix) melhorar as condições mundiais de saneamento básico; x) ampliar o montante e a qualidade das fontes de água potável disponíveis para as populações que residem em áreas vulneráveis a situações de estresse hídrico (EPA, 2014).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

A inovação tecnológica representa um ingrediente crucial tanto para atender os dez desafios tecnológicos elencados acima (EPA, 2014) quanto para conciliar o fornecimento de água para população mundial com a conservação dos recursos hídricos (HPLC, 2015). De acordo com a vertente neoschumpeteriana, os processos de geração e difusão de inovações - inclusive aquelas de caráter mais sustentável - dependem, sobretudo, das estratégias de P&D implementadas pelas firmas em suas buscas por lucros e pela construção de assimetrias competitivas perante os rivais (FREEMAN, 1984). Segundo Nelson e Winter (1977 e 2006) o termo estratégia de inovação se refere ao amplo e estável conjunto de procedimentos que as empresas empregam para eleger os melhores projetos de pesquisa, sob condições de fortes incertezas.

As incertezas iminentes às inovações - relacionadas aos aprimoramentos futuros da tecnologia, às reações dos concorrentes e dos consumidores diante das invenções, à evolução do cenário macroeconômico - tornam praticamente impossível o conhecimento prévio a respeito dos resultados futuros dos projetos de pesquisa (ROSENBERG, 1976). Diante dessas incertezas, as estratégias de P&D tendem a ser orientadas por rotinas organizacionais, as quais representam comportamentos regulares de tomada de decisão internos da firma, em geral baseados em experiências passadas e em interpretações compartilhadas pela organização sobre as linhas de ação de menor risco que deverão ser trilhadas num cenário marcado por fortes incertezas (NELSON, 1991).

Nesse sentido, cada empresa desenvolverá um conjunto específico de rotinas que fornecerá respostas práticas para os problemas relacionados a gestão da inovação, como, por exemplo, a definição da parcela do faturamento de vendas que será gasta em P&D, a ordenação dos projetos de pesquisa mais rentáveis e a organização das atividades de prospecção tecnológica. As firmas não têm condições de saber *a priori*, ou seja, antes das inovações chegarem ao mercado, se as suas rotinas são promissoras ou autodestrutivas (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997).

O trabalho seminal de Dosi (1982) apresenta uma temática muito próxima à essa visão, que, no entanto, enfatiza a emergência de novas trajetórias tecnológicas (TTs) em decorrência do desenvolvimento científico e das mudanças dos padrões de consumo. Durante a seleção das tecnologias que farão parte das TTs, cada empresa definirá as novas tecnologias que serão priorizadas dentre as diversas opções existentes para a alocação do orçamento de P&D. Essas decisões são ponderadas por fatores econômicos e tecnológicos. As alterações de preços relativos causadas por choques de custos geram poderosos incentivos para execução de novos projetos (MOWERY e ROSENBERG, 1979). Em paralelo a estes elementos, a viabilidade dos projetos de P&D também depende do estado geral da ciência e da base de conhecimento tecnológico acumulada pelos engenheiros e pesquisadores (PAVITT e SOETE, 1980).

O estudo HPLC (2015) constatou que irrigação das plantações agrícolas consome atualmente 70% da água potável do mundo. O relatório projeta uma queda desse percentual em face da competição de outros setores pela água. Nesse sentido, tanto a agricultura quanto a indústria moderna necessitarão se adaptar a um cenário de encarecimento dos recursos hídricos. Para Crestana e Mori (2015), esses choques de custos derivados da dupla escassez de água e energia tenderão nos próximos anos a direcionar parcelas cada vez maiores dos orçamentos corporativos para o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis capazes de otimizar a utilização



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

de ambos os recursos nas atividades industriais e agrícolas. Tendo em mente esses estímulos econômicos para a economia, tratamento e reaproveitamento das fontes hídricas, as próximas seções deste estudo discutirão tecnologias que têm sido priorizadas pelas empresas na perseguição de tais incentivos de mercado.

### 3. Metodologia

As buscas patentárias abrangeram o período 2000-2020, contemplando patentes norte-americanas que reivindicam tecnologias aplicáveis aos serviços de abastecimento/tratamento de água. O Portal Capes foi utilizado para acessar a base de dados Derwent Innovations Index e empreender uma busca a respeito das patentes que: i) receberam a classificação tecnológica D15 (“*treating water, industrial waste and sewage*”); ii) registram o prefixo “US” em sua numeração, indicando que o documento foi concedido ou validado pelo *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). As patentes identificadas pelo estudo foram classificadas por classe tecnológica e por proprietário pela própria plataforma de busca. As funcionalidades disponibilizadas pela *Derwent* também contribuíram para a contabilização de dois indicadores patentários que foram utilizados para identificar os documentos de propriedade intelectual de maior relevância tecnológica.

#### *Indicador de citações posteriores:*

Para identificar as patentes de alta relevância tecnológica o presente estudo optou pela contabilização das citações posteriores. De acordo com Trajtenberg (1990), as citações que uma patente recebe de outras mais jovens representa uma *proxy* da importância tecnológica das invenções divulgadas na patente que foi citada. Similarmente, Harhoff, Scherer e Vopel (2003) constataram que o número de citações posteriores que uma patente recebe é positivamente correlacionado com o valor monetário atribuído a ela por seus inventores.

#### *Indicador de Amplitude das famílias de patentes*

O tamanho de uma família de patentes é equivalente ao número de nações em que um invento específico obteve a proteção patentária. Quando um inventor faz um pedido de patente pela primeira vez, gera-se automaticamente um número prioritário, que concede ao depositante o direito exclusivo, por um ano, de requerer a proteção da tecnologia em outros países por meio de patentes de extensão. Dessa forma, uma única invenção pode ser protegida pela sua patente original e pelas suas patentes de extensão, formando o que é chamado de “família de patentes”, isto é, o conjunto de documentos de propriedade intelectual que compartilha o mesmo número prioritário (FERRARI e PACHECO, 2020).

Conforme ressaltam Harhoff, Scherer e Vopel (2003), as firmas priorizam estender as patentes tecnologicamente mais sólidas que exibem maiores chances de gerar receitas *de royalties*, em virtude dos custos adicionais gerados por cada pedido de revalidação deferido. Dessa maneira, os autores destacam a correlação existente entre o tamanho de uma família de patentes e o valor monetário atribuído à invenção por parte dos seus titulares.

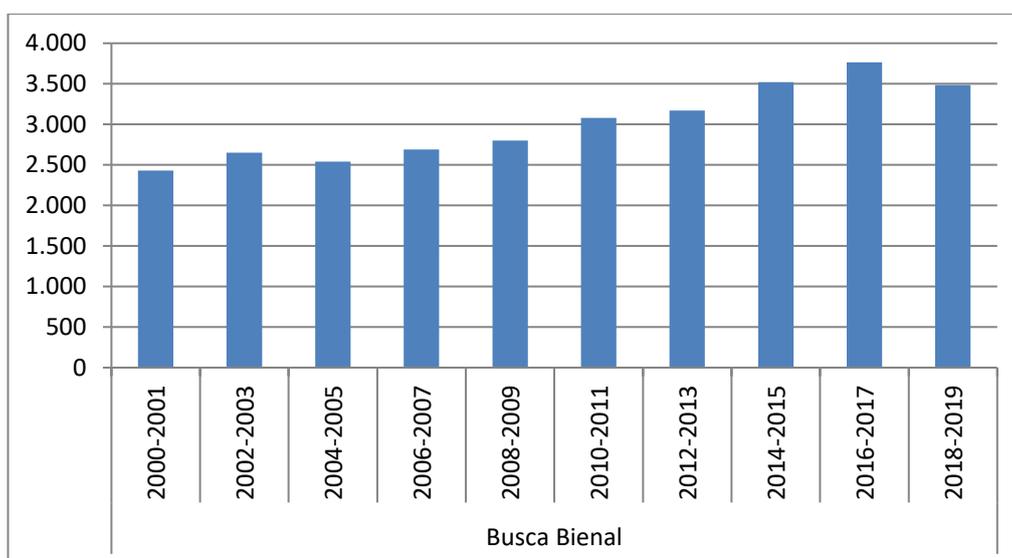


III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

#### 4. Resultados

A pesquisa identificou 31.278 famílias de patentes, incluindo 2.938 pedidos de proteção que foram estendidos para Brasil. O Gráfico 1 descreve a evolução dos depósitos de patentes que reivindicam tecnologias de tratamento de água e saneamento. Durante o período 2000-2007, os pedidos de proteção patentária se mantiveram estáveis, em torno de 2.500 documentos por biênio. Esse cenário começou a mudar no biênio 2008-2009, que marcou o início de um processo de crescimento dos depósitos de patentes que se estendeu por toda a década seguinte. Dessa maneira, o início do aumento das pesquisas relacionadas à água e saneamento coincidiu com a eclosão da crise financeira mundial de 2008-2009.

**Gráfico 1. Pedidos de patentes por biênio (documentos que receberam a classificação D15 do Derwent).**



Fonte: Derwent Innovations Index

Esta coincidência não passou despercebida dos relatórios técnicos sobre o setor. De acordo com Water Research Foundation (2009)<sup>1</sup> e Winpenny et. al. (2009), em muitos países, a crise financeira de 2008-2009 se sobrepôs à crise hídrica então vigente. Dessa maneira, os dois acontecimentos contribuíram para evidenciar a vulnerabilidade financeira dos serviços de abastecimento e tratamento de água assim como os problemas de governança de recursos hídricos. Neste contexto, os temas relacionados à água e saneamento passaram a receber maior atenção do setor empresarial tanto por razões ambientais quanto devido a percepção das oportunidades econômicas decorrentes do sub-investimento num setor essencial que registrava demanda perene e estável, representando um contraponto frente a vários outros segmentos econômicos em que a procura por bens e serviços estava em franco declínio por conta crise econômica mundial.

<sup>1</sup> Trata-se do relatório “Surviving or Thriving in Economic Recession: strategies of water utility leaders”



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

A título de exemplo, a Siemens AG acreditava que apesar da crise econômica que estava se abatendo sobre o mundo em 2008, a necessidade de água limpa em um mundo cada vez mais seco, sempre traria oportunidades econômicas para as empresas que lidam com tratamento de água. Dessa maneira, a empresa vislumbrava a urbanização e a escassez de água como duas tendências duradouras que passariam a exigir forçosamente novas soluções de tratamento de recursos hídricos (FALSON, 2008). Essa visão expressa pela Siemens AG também era compartilhada pelos seus principais rivais. A agência Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF) constatou a ampliação do interesse de boa parte do setor privado frente a novos projetos de P&D de novas tecnologias relacionadas ao abastecimento e tratamento de água (PPIAF, 2011).

A leitura conjunta das Tabelas #1 e 2 corrobora essas percepções. A Tabela 1 elenca os principais titulares de patentes de tratamento de água e esgoto, considerando o período que se estende de janeiro de 2000 até dezembro de 2020. Este ranking é liderado pelo conglomerado norte-americano General Electric (GE). Por sua vez, a Tabela 2 fragmentou o período temporal coberto pelo projeto em biênios, com intuito expor em quais momentos a GE e as demais empresas da Tabela 1 figuraram no ranking dos dez principais proprietários de patentes.

**Tabela 1 - Ranking dos principais titulares de patentes de tratamento de água (base de 31.278 famílias de patentes cobrindo período de janeiro de 2000 até dezembro de 2020).**

Nome de depositante	Registros	%
GENERAL ELECTRIC	382	1,221
ECOLAB USA INC	213	0,681
KURITA WATER IND	186	0,594
VEOLIA WATER SOLUTIONS TECHNOLOGIES	176	0,563
UNIV DHAHRAN KING FAHD PETROLEUM MINER	160	0,511
TORAY IND	156	0,499
EVOQUA WATER TECHNOLOGIES	154	0,492
BASF	134	0,428
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES	133	0,425
UNIV CALIFORNIA	132	0,422
3M INNOVATIVE PROPERTIES	128	0,409
SIEMENS WATER TECHNOLOGIES	127	0,406
NALCO	122	0,390
SAMSUNG ELECTRONICS	114	0,364
TOSHIBA	112	0,358
OTV SA	105	0,336
MITSUBISHI HEAVY IND	100	0,320
MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY	95	0,304



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

LG ELECTRONICS INC	89	0,284
COUNCIL SCI IND RES INDIA	88	0,281

Fonte: Derwent Innovations Index

A Tabela 2 sugere a existência de duas fases distintas que marcaram o desenvolvimento e o patenteamento de tecnologias de abastecimento/tratamento de água. Até 2005, os depósitos de patentes por biênio eram bem menores. Nota-se também no primeiro quinquênio da década de 2000 uma certa diversidade dos titulares de patentes de modo que empresas especializadas em tratamento de água, instituições públicas e universidades figuravam com frequência entre os Top 10 titulares de patentes. Esse cenário se alterou após o biênio 2006-2007, quando as empresas multinacionais GE, Veolia, BASF e Siemens passaram a assumir uma posição de maior destaque nos rankings bienais relacionados à propriedade de patentes. Assim, a partir do momento em que as grandes empresas multinacionais começaram a dar maior ênfase para as linhas de pesquisa envolvendo tecnologias de abastecimento e tratamento de água, os depósitos patentários totais se aceleraram (Gráfico 1).

Os líderes de cada período coberto pela Tabela 2 são distintos. Durante o período 2000-2005, o ranking dos principais titulares de patentes é caracterizado pela presença de empresas especializadas em tratamento de água, tais como a Kurtia, a Nalco, a OTV S.A. e a Zenon. A fundação OTV ocorreu em 1933, sob o nome de ODA (Ominium d'Assainissement), atuando no tratamento de águas residuais. Em 1997, a OTV adquiriu a SIDEM, uma grande empresa de dessalinização de água e dois anos depois, em 1999, ocorreu a fusão com a Vivendi. Como resultado, a nova empresa passou a se chamar Vivendi Water Systems (VWS). No ano de 2003, o grupo VWS alterou seu nome e passou a ser Veolia Water solutions & Technologies, englobando todas as divisões do grupo (US Filter, Permutit, ELGA, Vivendi Water, OTV).

Um outro caso emblemático que merece destaque é o da Zenon, uma empresa canadense de Oakville que possuía um extenso portfólio de patentes, com destaque para a tecnologia de ultrafiltração no tratamento de água (ZEHR, 2006). Em 2006, a GE Water & Process Technologies comprou a Zenon Environmental Inc. por US \$ 760 milhões. Segundo Water World (2006) este acontecimento marcou o fim de uma era, quando a principal empresa independente de tratamento de água do Canadá se tornou um departamento dentro de um grande conglomerado mundial. Muitos especialistas previram na época que a aquisição da Zenon abriria caminho para a GE assumir a dianteira no desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento de água capazes de reduzir os custos dos serviços de *water & sanitation* (WATER WORLD, 2006). De fato, a multinacional estadunidense ocupou o topo do ranking dos proprietários patentes na maior parte da década seguinte, isto é, os biênios entre 2006-2007 e 2016-2017 expressos na Tabela 2.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

**Tabela 2: Posição no ranking bienal dos Top 10 titulares de patentes pertencentes à classe D15 da Derwent techno-logical classes (DTC)**

EMPRESAS	2000-2001	2002-2003	2004-2005	2006-2007	2008-2009	2010-2011	2012-2013	2014-2015	2016-2017	2018-2019	Total Patentes
GENERAL ELECTRIC CO				2	2	1	1	1	2		382
ECOLAB USA INC							9	2	1	2	216
KURITA WATER IND LTD		8	8		9	5		9	4	5	188
VEOLIA WATER SOLUTIONS TECHNOLOGIES SU				8	8	3	4	6	8		176
UNIV DHAHRAN KING FAHD PETROLEUM MINER								4	3	1	164
TORAY IND INC						8	2	8	6		156
EVOQUA WATER TECHNOLOGIES LLC							6	10	9	4	154
BASF SE				5	5	9	5				134
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC								5	5	7	133
UNIV CALIFORNIA	4										132
SIEMENS WATER TECHNOLOGIES CORP				3	1	2	8				127
NALCO CO	7				3	10					122
SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD							3	3			114
TOSHIBA KK					7	4	10				112
OTV SA		10	2	4	10	6					105
MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD								7	7		100
MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY										9	96



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

LG ELECTRONICS INC										3	92
COUNCIL SCI IND RES INDIA		6		6							88
IND TECHNOLOGY RES INST			6								86
ONDEO NALCO CO		4		9	6						80
ZENON ENVIRONMENTAL INC	3		4								45

Fonte: Derwent Innovations Index

Os dados sobre citações patentárias expostos no Anexo 1 deste estudo fornecem evidências adicionais a respeito da importância da Zenon para a GE. O Anexo 1 aponta as 21 patentes que receberam mais de 100 citações de outros documentos de propriedade intelectual mais jovens. Também se apresenta o tamanho da família de cada patente. A maioria das empresas listadas na Tabela 1 não aparece como proprietária de patentes altamente citadas. A GE representa a principal exceção à esta tendência. O conglomerado possui 3 patentes do Anexo 1 (duas delas adquiridas por meio da incorporação da Zenon e uma desenvolvida internamente) que foram estendidas para no mínimo 5 países. Tendo em mente as métricas de valor das patentes apontadas na Seção 3 (Metodologia), esses resultados sugerem que a GE possui as patentes de maior importância tecnológica e que uma parcela significativa destas aplicações foi obtida por meio da incorporação da Zenon.

Não por acaso, a GE também se destaca como a principal titular de patentes de tratamento de água no Brasil. Ademais, observando atentamente a Tabela 3, uma primeira constatação que salta aos olhos é que os titulares de patentes brasileiras são, em sua imensa maioria, as mesmas empresas listadas na Tabela 1. Essa convergência de titulares de patentes denota o interesse crescente das multinacionais em estender tecnologias de tratamento de água para o Brasil, um país que possui as maiores reservas de recursos hídricos do mundo e um imenso potencial energético. De um lado, esse interesse prioritário pelo Brasil representa um elemento favorável/indutor para o desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas ao tratamento e ao abastecimento de água no país. Por outro lado, a inexistência de organizações nacionais na Tabela 3 causa preocupações.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

**Tabela 3: Ranking dos principais titulares de patentes de tratamento de água no Brasil (base de 2.938 famílias de patentes).**

EMPRESAS	NÚMERO	%
<b>GENERAL ELECTRIC CO</b>	<b>67</b>	<b>2,280</b>
VEOLIA WATER SOLUTIONS TECHNOLOGIES SU	64	2,178
ECOLAB USA INC	62	2,110
3M INNOVATIVE PROPERTIES CO	61	2,076
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC	57	1,939
NALCO CO	50	1,701
BASF SE	46	1,565
DOW GLOBAL TECHNOLOGIES INC	42	1,429
ONDEO NALCO CO	40	1,361
OTV SA	37	1,259
VEOLIA WATER SOLUTIONS TECHNOLOGIES	33	1,123
ROHM HAAS CO	31	1,055
3M INNOVATIVE PROPERTIES	29	0,987
KEMIRA OYJ	29	0,987
3M INNOVATIVE PROPERTIES CORP	27	0,919
BASF AG	26	0,885
KONINK PHILIPS NV	26	0,885
SIEMENS IND INC	26	0,885
DEGREMONT	25	0,851
PROCTER GAMBLE CO	24	0,817
BL TECHNOLOGIES INC	23	0,783
OMYA INT AG	23	0,783
ARCH CHEM INC	21	0,715
KONINK PHILIPS ELECTRONICS NV	21	0,715
KURITA WATER IND LTD	21	0,715

Fonte: Derwent Innovations Index

## 5. Conclusões

Este estudo identificou duas fases relacionadas ao desenvolvimento e patenteamento de tecnologias capazes aprimorar os serviços de abastecimento e tratamento de água. Até 2006, os depósitos de patentes por biênio eram bem menores. Nota-se também no primeiro quinquênio da década de 2000 uma certa diversidade dos titulares de patentes de modo que empresas especializadas em tratamento de água, tais como a Zenon e a OTV, figuravam com frequência entre os Top 10 titulares de patentes. Este cenário começou a se alterar durante a crise econômica mundial de 2008. Neste ano conturbado, os temas relacionados à água e saneamento passaram a receber maior atenção das grandes multinacionais tanto por razões ambientais quanto devido a percepção de novas oportunidades de ganhos econômicos.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

Dessa maneira, a partir do momento em que os conglomerados internacionais (e.g. GE, Veolia, BASF e Siemens) começaram a dar maior ênfase para as linhas de pesquisa envolvendo os serviços de abastecimento e tratamento de água, os pedidos de patentes em torno destas tecnologias se aceleraram. Os resultados também sugerem que a GE possui as patentes de tratamento de água de maior importância tecnológica. O cenário brasileiro registra algumas semelhanças em relação às tendências mundiais. A GE também se destaca como a principal titular de documentos patentários no Brasil, sendo seguida de perto por outras multinacionais como a Veolia e a 3M. Essas constatações demonstram que os grandes conglomerados internacionais estão interessados em difundir as principais tecnologias de tratamento de água para diversas nações, inclusive para o Brasil. A grande extensão de rios e aquíferos fazem do nosso país um ambiente muito atrativo para o desenvolvimento de tecnologias de *water & sanitation*. A despeito desse enorme potencial, as organizações brasileiras estão ficando de fora da corrida global por patentes de tecnologias relacionadas à água.

## 6. Agradecimentos (quando houver)

Os autores agradecem à Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas) pelo apoio a esta pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa PIBIC a Maria Eduarda Carvalho de Araújo.

## 7. Referências bibliográficas

- CRESTANA, S.; MORI, C. Tecnologia e inovação no agro: algumas tendências, premências e 59 drivers de mudanças. In: BUAINAIN, A.M.; BONACELLI, M.B.M.; MENDES, C.I.C (Org) *Propriedade Intelectual e Inovações na Agricultura*. Brasília ; Rio de Janeiro : CNPq, FAPERJ, INCT/PPED, IdeiaD, 2015.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1 jun. 1982.
- EPA, *Promoting Technology Innovation for Clean and Safe Water, A report by the U,S, Environmental Protection Agency Office of Water*, Washington, DC, 2014,
- FALSON, Sarah, *Water treatment strong despite crisis, says multinational*, October 23, 2008, PACE (Process and Control Engineering), Disponível em: <https://pacetoday.com.au/water-treatment-strong-despite-crisis-says-multinational/>, Acesso em: 18 abr, 2021.
- FERRARI, Vinícius Eduardo; PACHECO, Marina Natsumi, Propriedade intelectual e inovações tecnológicas na indústria de sementes: discussões sobre os conflitos judiciais entre a Monsanto e os agricultores brasileiros, *Revista de Estudos Sociais*, v, 21, n, 43, p, 89–103, 29 jan, 2020.
- FREEMAN, C. Prometheus unbound. *Futures*, v. 16, n. 5, p. 494–507, 1 out. 1984.
- HARHOFF, Dietmar; SCHERER, Frederic M; VOPEL, Katrin, Citations, family size, opposition and the value of patent rights, *Research Policy*, v, 32, n, 8, p, 1343–1363, 2003.
- HLPE, *Water for food security and nutrition, A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Rome 2015.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
16 a 18 de novembro de 2021

- MOWERY, D.; ROSENBERG, N. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, v. 8, n. 2, p. 102–153, 1 abr. 1979.
- NELSON, Richard R. Why do firms differ, and how does it matter?. *Strategic Management Journal*, v. 12, n. S2, p. 61–74, 1991.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, v. 6, n. 1, p. 36–76, jan. 1977.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas: Editora Unicamp, 2006.
- ONUBR, *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, 2015.
- PAVITT, K.; SOETE, L. Innovative Activities and Export Shares: some Comparisons between Industries and Countries. In: M.A, K. P. (Org.). *Technical Innovation and British Economic Performance*. [S.l.]: Palgrave Macmillan UK, 1980. p. 38–66.
- PPIAF, *Annual Report 2011*, Washington, D,C, : World Bank Group, 2011.
- ROSENBERG, Nathan. On Technological Expectations. *The Economic Journal*, v. 86, n. 343, p. 523–535, Setembro 1976.
- TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509–533, Agosto 1997
- TRAJTENBERG, M, A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations, *The RAND Journal of Economics*, v, 21, n, 1, p, 172–187, 1990,
- WATER RESEARCH FOUNDATION, *Surviving or Thriving in Economic Recession:: strategies of water utility leaders, Strategies of Water Utility Leaders*, 2009, Disponível em: <https://efc.sog.unc.edu/sites/default/files/WRF%20Surviving%20or%20Thriving.pdf>, Acesso em: 18 abr, 2021
- WATER WORLD, *GE to acquire Zenon Environmental for \$656 million.*, 2006, Disponível em: <https://www.waterworld.com/technologies/article/16191135/ge-to-acquire-zenon-environmental-for-656-million>, Acesso em: 18 abr, 2021,
- WINPENNY, Jim; BULLOCK, Andy; GRANIT, Jakob; LÖFGREN, Rebecca, *THE GLOBAL FINANCIAL AND ECONOMIC CRISIS AND THE WATER SECTOR*, 1 December 2009, Stockholm International Water Institute, Disponível em: <https://www.siwi.org/wp->
- WORLD BANK, *World Development Report 2008: Agriculture for Development*, Washington, DC: Oxford University Press for the World Bank, 2008,
- WORLD ECONOMIC FORUM, *The Global Risks Report 2020*, Zurich: World Economic Forum Report, 2020,
- ZEHR, Leonard, *GE buys Zenon*, 2006, The Globe and Mail, Disponível em: <https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/ge-buys-zenon/article23004147/>, Acesso em: 18 abr, 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

## 8. Anexo 1: Lista das patentes que receberam mais de 100 citações de documentos patentários mais jovens

Título	Citações	Número de Nações	Firma integrante do Top 10 da Tabela 1
Microchip releasing molecules into e.g. bloodstream, includes reservoirs from which they are released under control into carrier fluid	480	8	
Fluid treatment system comprises inductively coupled ballast circuit for non-contact power transfer to electromagnetic radiation emitting device	465	12	
Composite particles made of resin and filler material are useful in subterranean formation and in water filtration	322	12	
<b>Aeration system for aerating tank water in tank containing immersed membrane modules in reactor has aerators such as conduit aerators that admit tank water when air is supplied at lower flow rate</b>	<b>210</b>	<b>13</b>	<b>ZENON ENVIRONMENTAL INC</b>
Assay device for determination of analytes in biological, environmental or industrial fluid samples, provides controlled movement of reagents without use of membranes	195	2	
<b>Monitoring system used to determine well fluid properties comprises a well module having probe and sensor(s), data collection center, monitoring site, and communication link</b>	<b>194</b>	<b>2</b>	<b>GENERAL ELECTRIC CO (GENE-C)</b>
Changing molecular structure of biomass feedstock to produce fuel involves preparing biomass feedstock by reducing dimension of each piece of biomass; and pretreating feedstock using pretreatment method e.g. pyrolysis followed by processing	185	17	
Anaerobic digester system for converting waste material into e.g. methane, includes single anaerobic digester with pressurized headspace	174	2	
Test device used for detection of samples such as anticoagulant, has sample receiving chamber engaging to test platform containing test strip, detachably	171	2	
Waste containment system characteristic indication, e.g. for chemical waste, involves performing electrical time domain reflectometry using electrically conductive element provided along specific length of casing string	165	2	



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

Membrane process for treating and purifying industrial effluent wastewater, ground water and surface water, involves utilizing cationic inorganic and/or polymeric flocculants	157	2	
Electrochemical method for deionizing fluid, involves passing fluid through open channel(s) formed between battery electrodes, contacting electrodes with regenerant and deionizing fluid by passing through battery	156	2	UNIV CALIFORNIA (REGC-C)
Nanostructured material use in purification of fluids, e.g. petroleum, biological fluids, food-stuffs, or beverages, comprises defective carbon nanotubes from impregnated, functionalized, doped, charged, coated, and/or irradiated nanotubes	149	2	
Production of steam from feedwater comprising oilfield produced water, for downhole use in heavy oil recovery operations, involves evaporation step followed by removal of hardness from distillate	148	2	IONICS INC
Filter medium for removing microbiological contaminants, e.g. virus from fluid, includes microporous structure, and microbiological interception enhancing agent comprising cationic material and biologically active metal	144	2	
Membrane separator for solid-liquid separation comprises membrane separator unit with membrane modules each having separating membrane and membrane fixing members, gas diffuser and enclosure wall	143	8	mitsubishi heavy ind co LTD
Continuous conversion of solid lignocellulosic biomass to ethanol by subjecting biomass slurry to high temperature and/or oxygen enriched atmosphere, hydrolyzing, fermenting, separating ethanol, and treating wastewater	139	7	
Preparation of ordered mesoporous sorbent by mixing imprint coating precursor and ordered mesoporous substrate, treating coated mesoporous substrate with acid solution, and evaporating then titrating coated mesoporous substrate	137	1	
Electrolysis cell of open configuration used for treating contaminated aqueous solutions comprises closely spaced electrodes and units for supplying electrolytic solution and regulating residence time of solution	136	18	
Contaminated water treatment apparatus for treating storm water contains filter medium	131	1	



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas  
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade  
 16 a 18 de novembro de 2021

comprising mulch layer over soil mixture containing non-organic matrix material and organic material, in treatment chamber			
<b>Filtering of water containing solid impurities involves introducing water of volume equal to withdrawn amount of retentate with high concentration of solids from tank, with membranes in tank immersed in water</b>	<b>129</b>	<b>6</b>	<b>ZENON ENVIRONMENTAL INC</b>

Fonte: Derwent Innovations Index