

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2017

# FATOS e NÚMEROS

## Águas residuais O recurso inexplorado



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



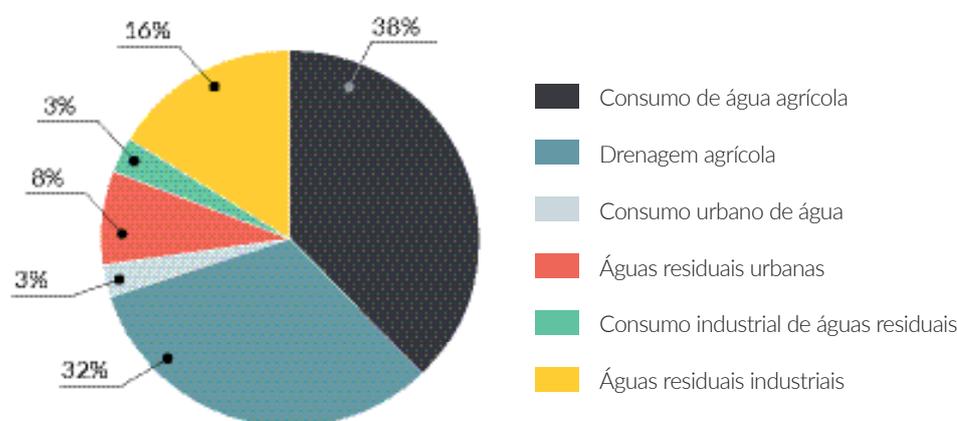
World Water  
Assessment  
Programme



# ÁGUAS RESIDUAIS: PRODUÇÃO E IMPACTO NO MEIO AMBIENTE E NA SAÚDE HUMANA

A base de dados AQUASTAT da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que as extrações globais de água doce sejam de 3.928 km<sup>3</sup> por ano. Deste valor, estima-se que 44% (1.716 km<sup>3</sup> por ano) sejam consumidos principalmente na agricultura, por meio da evaporação que ocorre em áreas irrigadas. Os 56% restantes (2.212 km<sup>3</sup> por ano) são devolvidos ao meio ambiente como águas residuais, na forma de efluentes urbanos, industriais e água de drenagem agrícola (Figura 1).

**Figura 1** Destino das extrações globais de água doce: consumo de água e produção de águas residuais pelos principais setores (circa 2010)



Fonte: com base em dados da AQUASTAT (n.d.a.); Mateo-Sagasta et al. (2015); e Shiklomanov (1999).  
Contribuição de Sara Marjani Zadeh (FAO).

Globalmente, prevê-se que a demanda de água irá aumentar de forma significativa nas próximas décadas. Além do aumento no setor agrícola, atualmente responsável por 70% das extrações de água em todo o mundo, são previstos aumentos elevados em outros setores, especialmente nas indústrias e na produção de energia (WWAP, 2015).

A alteração dos padrões de consumo, incluindo a mudança para dietas ricas em alimentos que exigem muita água para a sua produção (como a carne, são necessários 15 mil litros de água para produzir 1 kg de carne bovina), vai piorar a situação.

Na Europa, a fabricação de produtos alimentares consome em média 5 m<sup>3</sup> de água por pessoa, por dia (Förster, 2014). Ao mesmo tempo, 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçadas anualmente (WWF, 2015), o que significa um desperdício de 250 km<sup>3</sup> de água por ano em todo o mundo (FAO, 2013a).

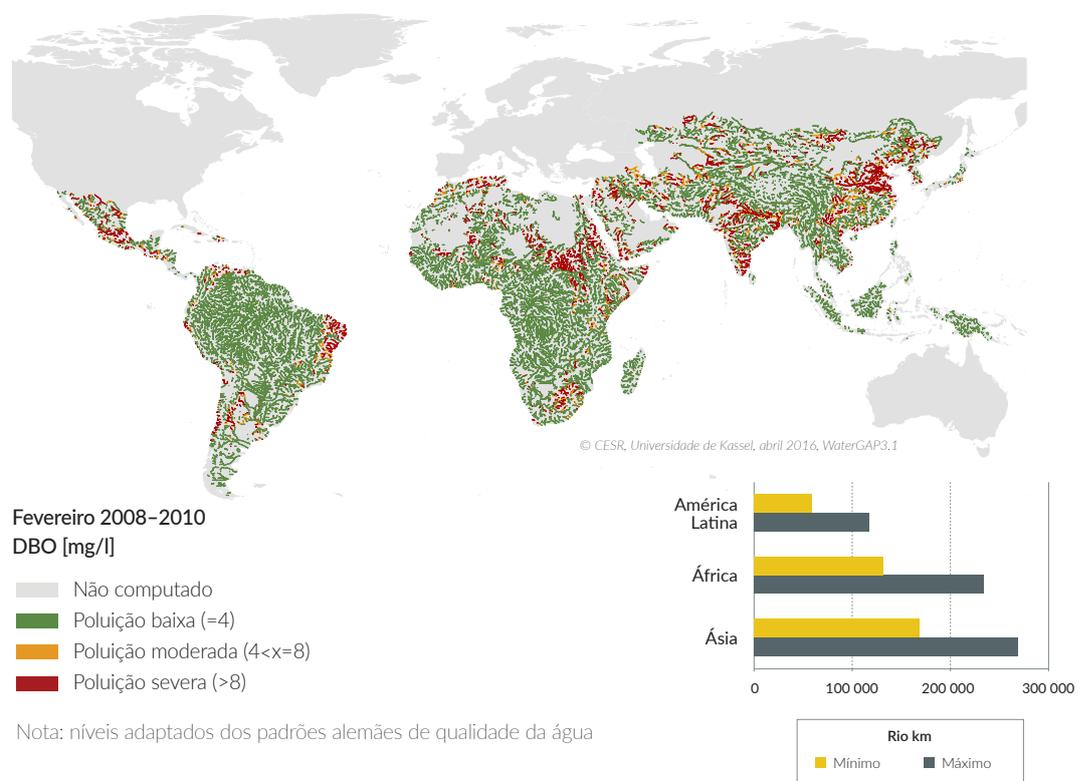
Em média, os países de renda alta tratam em torno de 70% das águas residuais que produzem, esse valor cai para 38% nos países de renda média-alta e 28% nos países de renda média-baixa. Nos países de renda baixa, apenas 8% das águas residuais industriais e urbanas são submetidas a algum tipo de tratamento (Sato et al., 2013). Esse fato agrava a situação das pessoas pobres, especialmente em favelas, que com maior frequência podem ser expostas a águas residuais não tratadas, devido à falta de serviços de abastecimento e de saneamento adequados.

Os valores mencionados acima apoiam a estimativa frequentemente citada de que em âmbito global, provavelmente, mais de 80% das águas residuais são despejadas no meio ambiente sem tratamento adequado (WWAP, 2012; UN-Water, 2015a).

O aumento do despejo de águas residuais inadequadamente tratadas tem contribuído para degradar ainda mais a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Uma vez que a poluição hídrica afeta gravemente a disponibilidade da água, tal fenômeno deve ser gerenciado de forma apropriada para reduzir os impactos na crescente escassez de água.

A poluição orgânica (medida em termos de demanda bioquímica de oxigênio – DBO, ou biochemical oxygen demand – BOD, em inglês) pode causar impactos severos na piscicultura de água doce, na segurança alimentar e nos meios de subsistência de comunidades rurais pobres. A poluição orgânica severa já afeta cerca de um sétimo dos cursos d'água na África, na América Latina e na Ásia (Figura 2), e há anos tem aumentado de forma constante (UNEP, 2016).

**Figura 2** Concentrações estimadas nos cursos d'água de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO, em inglês biochemical oxygen demand – BOD) para África, América Latina e Ásia (fevereiro 2008–2010)\*



\* Os gráficos de barras mostram as estimativas mensais mínimas e máximas dos cursos d'água classificados como severamente poluídos, por continente, no período de 2008 a 2010.

Fonte: UNEP (2016, Fig. 3.13, p. 33).

A gestão inadequada das águas residuais também tem impacto direto sobre os ecossistemas e os serviços que eles oferecem (Corcoran et al., 2010).

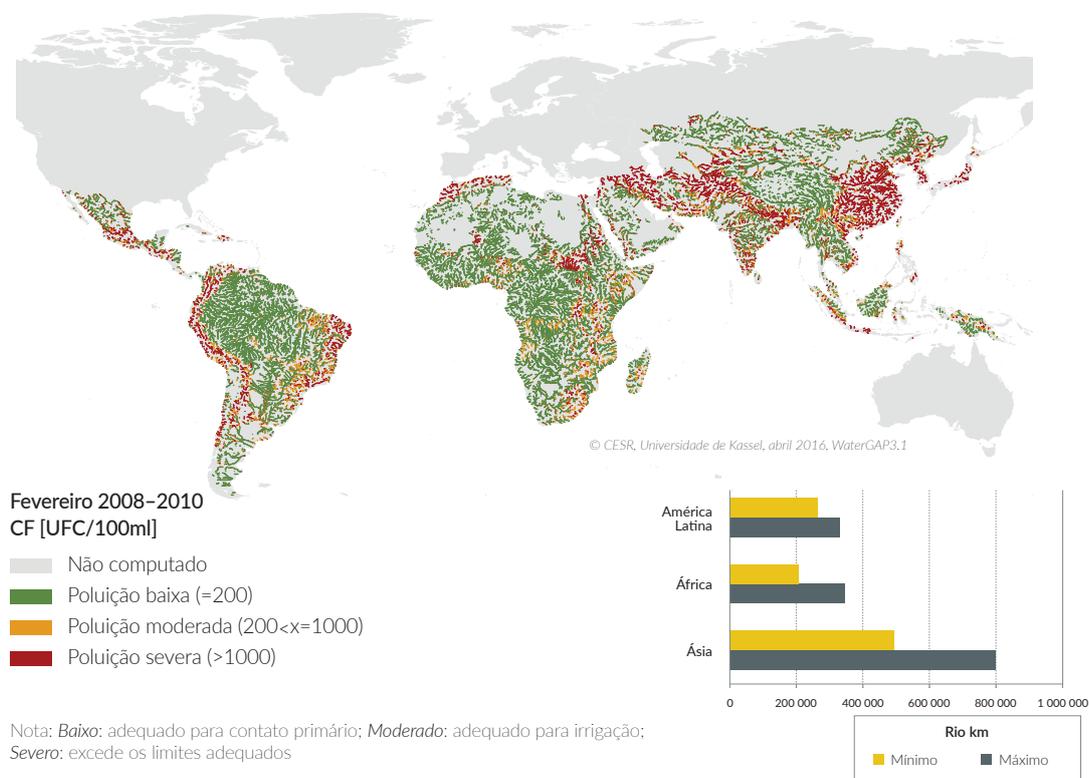
A descarga de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), de agroquímicos provenientes da agricultura intensiva, e de dejetos animais pode acelerar ainda mais a eutrofização das águas doces e dos ecossistemas marinhos costeiros, bem como a poluição das águas subterrâneas. A eutrofização pode desencadear a proliferação de algas potencialmente tóxicas e a redução da biodiversidade. As cargas antrópicas de fósforo têm aumentado na maioria dos grandes lagos da América Latina e da África.

O despejo de águas residuais não tratadas pode explicar parcialmente o rápido crescimento de zonas mortas em mares e oceanos: estima-se que 245.000 km<sup>2</sup> de ecossistemas marinhos são afetados, prejudicando as atividades pesqueiras, os meios de subsistência e as cadeias alimentares (Corcoran et al., 2010).

As instalações sanitárias domésticas têm melhorado de forma crescente desde 1990. No entanto, os riscos à saúde pública continuam existindo devido às formas inadequadas de contenção, aos vazamentos durante os processos de esvaziamento e transporte, e ao tratamento ineficaz de esgotos. Estima-se que apenas 26% do saneamento e dos serviços de águas residuais nas áreas urbanas e 34% dos mesmos serviços nas áreas rurais previnam de forma efetiva o contato humano com excrementos ao longo de todo o processo e, portanto, podem ser considerados como gerenciados de forma segura (Hutton; Varughese, 2016).

Embora a cobertura de saneamento tenha aumentado e os níveis de tratamento das águas residuais tenham melhorado em alguns países (UNICEF/WHO, 2015), tais melhorias devem ocorrer de forma simultânea evitando assim o aumento das cargas contaminantes. A não ocorrência em modo simultâneo poderia explicar as descobertas preliminares do programa global de monitoramento da qualidade da água, que indicam que a poluição severa causada por elementos patogênicos (com origem nos excrementos humanos e animais) compromete quase um terço de todos os cursos d'água na África, na América Latina e na Ásia (Figura 3), colocando em risco a saúde de milhões de pessoas (UNEP, 2016).

**Figure 3** Concentrações estimadas de coliformes fecais (faecal coliform bacteria – FC) nos cursos d'água para África, América Latina e Ásia (fevereiro 2008–2010)\*



Nota: *Baixo*: adequado para contato primário; *Moderado*: adequado para irrigação; *Severo*: excede os limites adequados

\* Os gráficos de barras mostram as estimativas mensais mínimas e máximas dos cursos d'água classificados como severamente poluídos, por continente, no período de 2008 a 2010.

Fonte: UNEP (2016, Fig. 3.3, p. 20).

Doenças relacionadas à falta de saneamento e tratamento adequado das águas residuais continuam a ser frequentes em países onde a cobertura desses serviços é baixa, o uso informal de águas residuais não tratadas para a produção de alimentos é elevado e a dependência das águas superficiais contaminadas para consumo e para uso recreativo é comum.

Estima-se que 842 mil mortes ocorridas em 2012 em países de renda média e baixa foram causadas por água potável contaminada, por instalações inadequadas para a lavagem das mãos e por serviços sanitários inapropriados ou inadequados (WHO, 2014b). Cerca de 361 mil mortes de crianças com menos de 5 anos de idade poderiam ter sido evitadas em 2012 caso serviços adequados de água, saneamento e higiene fossem disponíveis (Prüss-Ustün et al., 2014).

# ÁGUAS RESIDUAIS: UM RECURSO CONFIÁVEL PARA MITIGAR A ESCASSEZ HÍDRICA

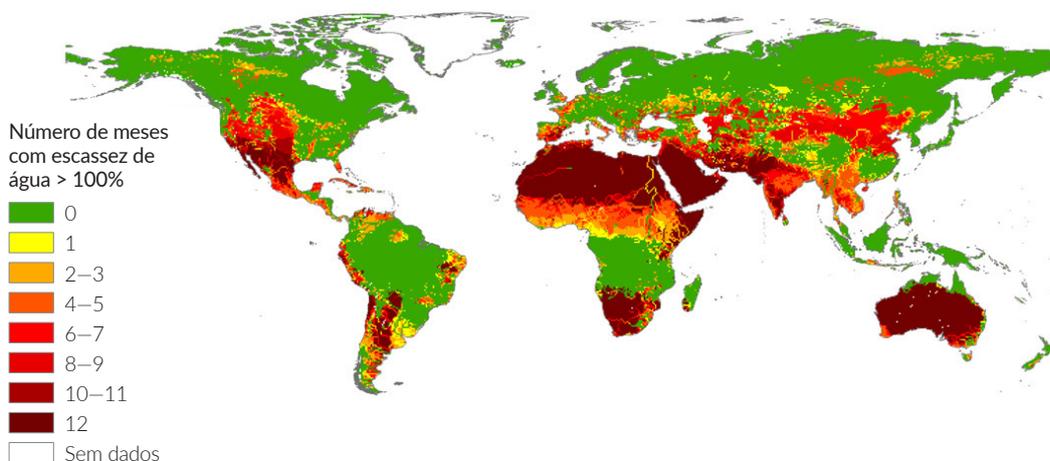
As águas residuais são compostas, aproximadamente, por 99% de água e 1% de sólidos coloidais, suspensos e dissolvidos (UN-Water, 2015a). Embora a composição exata das águas residuais obviamente varie entre as diferentes fontes e ao longo do tempo, a água continua sendo, sem dúvida, o principal elemento constituinte.

Em geral, a gestão das águas residuais recebe pouca atenção social e política, em comparação aos desafios do abastecimento de água, especialmente no contexto da escassez hídrica. No entanto, os dois processos são intrinsecamente relacionados – negligenciar as águas residuais pode causar impactos negativos sobre a sustentabilidade do abastecimento de água, sobre a saúde humana, a economia e o meio ambiente.

O Fórum Econômico Mundial tem seguidamente classificado a crise hídrica como um dos maiores riscos globais nos últimos cinco anos. Em 2016, a crise hídrica foi considerada como o risco global de maior preocupação para as pessoas e as economias, para os próximos dez anos (WEF, 2016).

Pesquisas recentes demonstraram que atualmente dois terços da população mundial vivem em áreas que sofrem de escassez hídrica durante pelo menos um mês por ano (Figura 4). Destaca-se que cerca de 50% das pessoas que enfrentam esse nível de escassez hídrica vivem na China e na Índia.

**Figure 4** Número de meses por ano em que o volume de águas superficiais e subterrâneas que é extraído e não retorna excede 1.0 em 30 x 30 de resolução arc min (1996–2005)\*



\* Escassez mensal de água azul com base na média trimestral, em escala 30 x 30 de resolução arc min. A escassez hídrica no nível da célula da grade é definida como a proporção entre a "pegada de água azul" dentro da célula da grade e a soma da água azul gerada dentro da célula com o ingresso de água azul das células a montante. Período: 1996-2005.

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2016, Fig. 3, p. 3).

Cerca de 500 milhões de pessoas vivem em áreas onde o consumo de água excede em duas vezes os recursos hídricos localmente renováveis (Mekonnen e Hoekstra, 2016). Nesse contexto são incluídas partes da Índia e da China, a região do Mar Mediterrâneo, o Oriente Médio, a Ásia Central, regiões áridas da África Subsaariana, Austrália, a região central e a região ocidental da América do Sul, bem como a região central e a região ocidental da América do Norte. Áreas nas quais recursos não renováveis (tais como águas subterrâneas fósseis) continuam diminuindo, têm se tornado altamente vulneráveis e dependentes das transferências de água de áreas com abundância desse recurso.

Os resultados das projeções mostram um grande aumento da frequência de inundações em muitas áreas, incluindo a Índia, o Sudeste Asiático e a África Central e Oriental, enquanto em outras áreas a frequência projetada de inundações diminuiu (Hirabayashi et al., 2013). Água em excesso (inundações ou cheias) ou falta d'água (seca), em situações que com frequência envolvem água excessivamente suja (pois as concentrações de poluição podem ser maiores nos dois extremos), aumentam ainda mais a necessidade do uso de águas residuais.

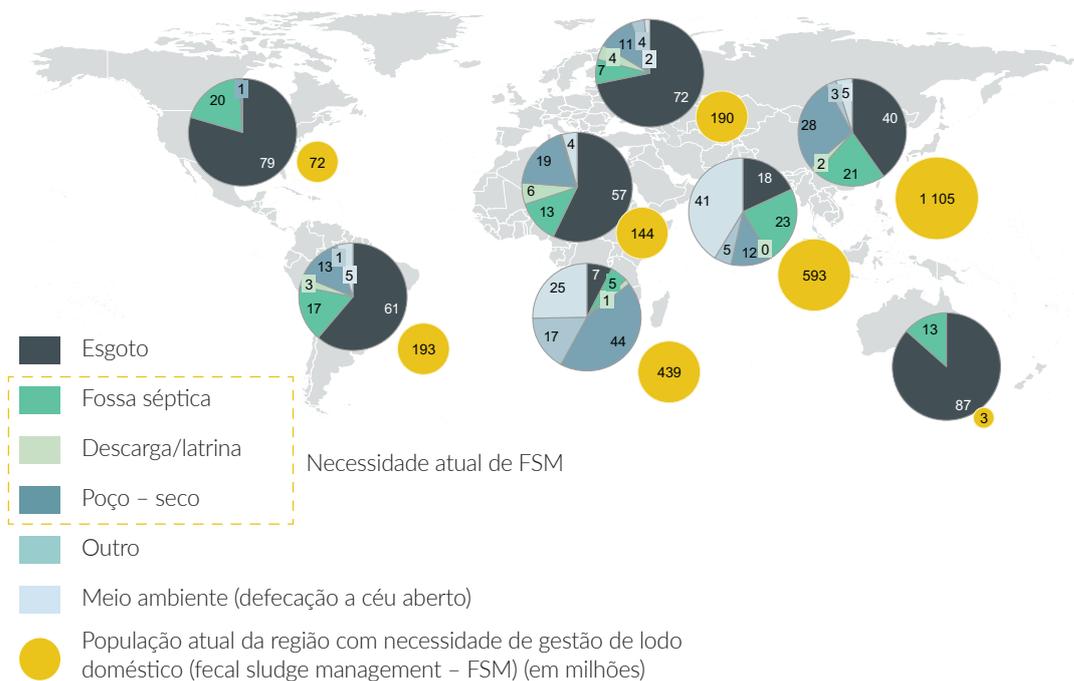
## NECESSIDADES DE INFRAESTRUTURA E INVESTIMENTO

Cerca de dois terços da população mundial têm acesso a melhores condições de saneamento (UNICEF/WHO, 2015). No entanto, conexões de esgoto são comuns apenas em países de renda alta, assim como em áreas urbanas da China e em países de renda média da América Latina (Kjellén et al., 2012). A maioria das pessoas que vivem em países em desenvolvimento depende de alguma forma de serviços descentralizados ou fornecidos de maneira autônoma, às vezes com o apoio de ONGs, mas geralmente sem qualquer tipo de assistência por parte das autoridades centrais.

A quantidade de residências conectadas à rede de esgoto está correlacionada às conexões a um sistema de abastecimento de água, embora sempre em proporções muito menores. Relatórios recentes (UNICEF/WHO, 2015) mostram que, em âmbito global, a proporção de pessoas conectadas à rede de esgoto (60%) é maior do que se supunha anteriormente.

O tratamento das águas residuais pode seguir uma abordagem centralizada ou descentralizada (Figura 5). Em sistemas centralizados, as águas residuais são coletadas de uma grande quantidade de usuários, como acontece em uma área urbana, e tratadas em um ou mais locais. Em um sistema centralizado, os custos de coleta correspondem a mais de 60% do orçamento total para a gestão das águas residuais, especialmente em comunidades com baixas densidades populacionais (Massoud et al., 2009).

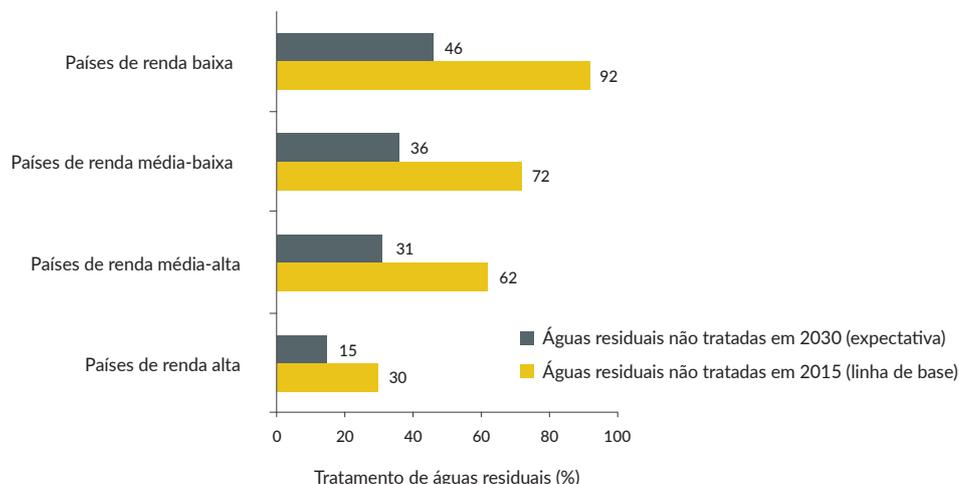
**Figura 5** População (%) atendida por diferentes tipos de sistemas de saneamento



Fonte: Cairns-Smith et al. (2014, Fig. 8, p. 25, com base em dados de WHO/UNICEF JMP). Cortesia do Boston Consulting Group.

Devido às diferenças nos níveis atuais de tratamento de águas residuais em âmbito global, os esforços exigidos para alcançar a Meta 6.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 – relacionada à gestão das águas residuais – serão caracterizados por uma maior carga financeira aos países de renda baixa e de renda média-baixa (Figura 6), o que os colocará em uma situação de desvantagem econômica, se comparada aos países de renda alta e de renda média-alta (Sato et al., 2013).

**Figure 6** Percentual de águas residuais não tratadas em 2015 em países de diferentes níveis de renda, e expectativas para 2030 (redução de 50% em relação à base de 2015)



Fonte: com base em dados de Sato et al. (2013).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA, 2016) estimou que os custos da correção dos vazamentos de esgoto, o reparo e a substituição dos sistemas de transporte existentes, e a instalação de novos sistemas de coleta de esgoto, correspondem a 52% dos US\$ 271 bilhões de investimentos necessários para suprir as demandas do país quanto à infraestrutura de águas residuais.

Em nível global, os gastos anuais de capital para infraestrutura hídrica e para infraestrutura de águas residuais por parte das companhias de água e saneamento são estimados, respectivamente, em US\$ 100 bilhões e US\$ 104 bilhões (Heymann et al., 2010).

No Brasil, foi demonstrado que o custo por pessoa de um sistema de esgoto simplificado (uma espécie de sistema de baixo custo) é duas vezes menor do que o custo de um sistema de esgoto convencional (US\$ 170 e US\$ 390, respectivamente) (Mara, 1996).

Os benefícios sociais, para a saúde pública e o meio ambiente decorrentes da gestão dos dejetos humanos, são consideráveis. Para cada dólar gasto em saneamento, estima-se um retorno de US\$ 5,5 (Hutton e Haller, 2004).

## USO DAS ÁGUAS RESIDUAIS E RECUPERAÇÃO DE RECURSOS

Estima-se que, em alguns dos principais rios dos EUA, a água foi usada e reutilizada mais de 20 vezes antes de chegar ao mar (TSG, 2014).

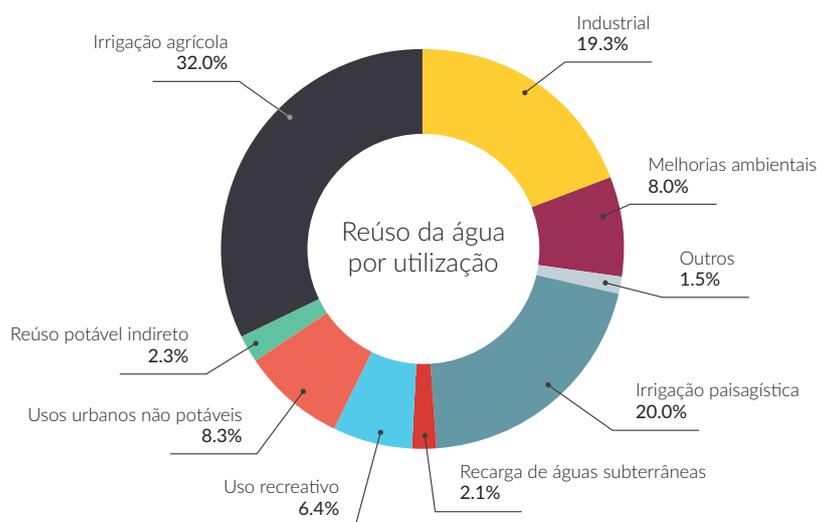
Prevê-se que os recursos minerais extraíveis de fósforo (P) irão se tornar escassos ou se exaurir nos próximos 50 a 100 anos (Steen, 1998; Van Vuuren et al., 2010). Assim, a recuperação de P a partir das águas residuais tem se tornado uma alternativa cada vez mais viável. Estima-se que 22% da demanda global de P poderia ser satisfeita pela reciclagem de urina e fezes humanas em todo o mundo (Mihelcic et al., 2011).

A recuperação de nitrogênio (N) e P a partir do esgoto ou do lodo exige tecnologias avançadas, cujas aplicações em larga escala ainda estão em fase de desenvolvimento, mas com progressos significativos nos últimos anos.

A reciclagem de nutrientes ou a geração de energia a partir das águas residuais pode trazer novas oportunidades para a geração de renda, assim como ampliar a base de recursos disponíveis para as famílias pobres (Winblad e Simpson-Hébert, 2004). Um exemplo são os chamados “banheiros secos”, que têm o potencial de fornecer uma solução de baixo custo para melhorar a produtividade agrícola, juntamente com o aumento da nutrição e a redução dos impactos da defecação a céu aberto na saúde e no meio ambiente (Kvarnström et al., 2014).

A Figura 7 mostra o reúso de água em âmbito global após o tratamento avançado (terciário). No entanto, é importante notar que apenas uma pequena parcela das águas residuais produzidas em todo o mundo passa efetivamente pelo tratamento terciário.

**Figure 7** Reúso global de água após tratamento avançado (terciário): quota de mercado por utilização



Fonte: Lautze et al. (2014, Fig. 2, p. 5, com base em dados da Global Water Intelligence).

## DESTAQUES DOS SETORES

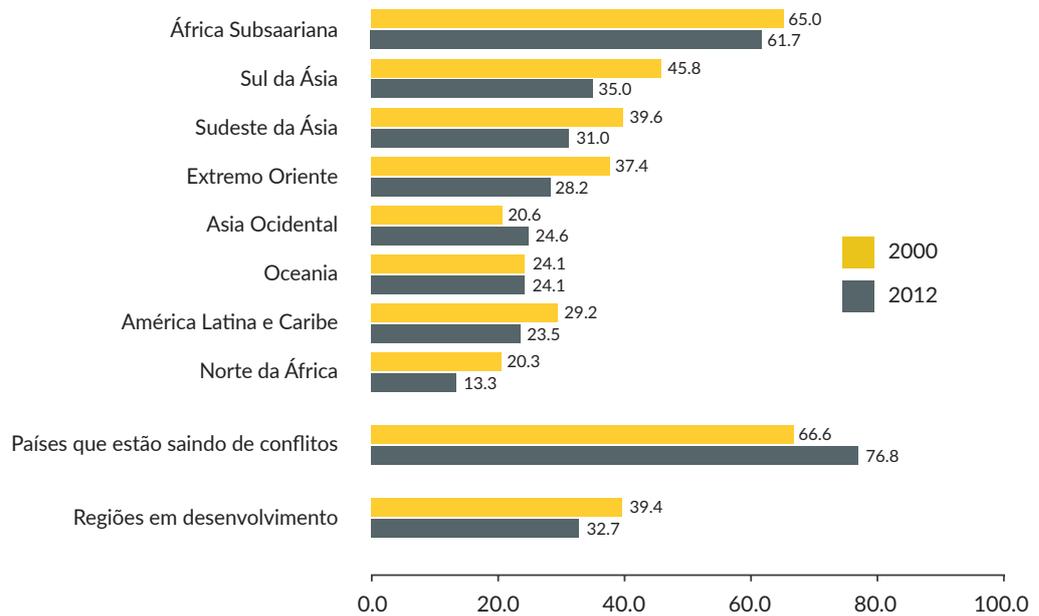
### A Cidades

Em uma ou duas décadas, as maiores taxas de urbanização irão ocorrer nos pequenos centros urbanos (entre 500 mil e 1 milhão de habitantes) (UN-Habitat, 2016), causando um grande impacto na produção de águas residuais e no potencial de tratamento e uso descentralizado.

Até 2030, espera-se que a demanda mundial por energia e água aumente, respectivamente, em 40% e 50% (UN-Habitat, 2016). A maior parte desse crescimento acontecerá nas cidades, que irão exigir novas abordagens para a gestão das águas residuais. Ao mesmo tempo, essa gestão também poderá fornecer algumas respostas para outros desafios, incluindo a produção de alimentos e o desenvolvimento industrial.

A produção de águas residuais é um dos maiores desafios associados ao crescimento de assentamentos informais (favelas) nos países em desenvolvimento. Embora a proporção de moradores de favelas em áreas urbanas tenha reduzido levemente desde 2000 em termos percentuais (Figura 8), em 2012 o número total de moradores de favelas era maior que em 2000. Na África Subsaariana, 62% da população urbana vive em favelas. As estatísticas mais alarmantes podem ser encontradas em países que estão saindo de conflitos e na Ásia Ocidental, onde a proporção de pessoas que vivem em favelas aumentou, respectivamente, de 67% para 77%, e de 21% para 25% (UN-Habitat, 2012).

**Figura 8** Proporção da população urbana que vive em favelas 2000–2012



Nota: os países que estão saindo de conflitos nos valores agregados são Angola, Camboja, Chade, Guiné-Bissau, Iraque, Laos, Líbano, Moçambique, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Serra Leoa, Somália e Sudão.

Fonte: com base em dados do UN-Habitat (2012, Table 3, p.127).

Em Windhoek, na Namíbia, devido à falta de alternativas de abastecimento de água economicamente viáveis, até 35% das águas residuais da cidade são tratados e misturados a outras fontes hídricas para aumentar o suprimento de água potável (Lazarova et al., 2013).

## **B** Indústria

A água não apenas representa um desafio operacional e um item de custo para as indústrias, mas também uma oportunidade para seu crescimento já que os incentivos para minimizar o uso da água – incluindo o uso das águas residuais e a reciclagem – representam uma economia de custos e uma menor dependência dos recursos hídricos (WBCSD, n.d.).

Uma estimativa de 2007 sugere que os volumes das águas residuais industriais irão dobrar até 2025 (UNEP FI, 2007).

Informações consolidadas estão disponíveis nos países desenvolvidos. Na União Europeia, por exemplo, dados limitados mostram que a produção de águas residuais tem diminuído no geral (Eurostat, n.d.). Os dados também mostram que as indústrias de transformação são os maiores produtores de águas residuais entre os principais setores industriais.

Até 2020, prevê-se um crescimento de 50% para o mercado de tecnologias para o tratamento da água proveniente das indústrias (GWI, 2015).

## **C** Agricultura

Ao longo dos últimos 50 anos, a agricultura se expandiu e se intensificou para suprir a crescente demanda por alimentos causada pelo crescimento populacional e por alterações nas dietas alimentares. A área equipada para a irrigação mais do que dobrou, passando de cerca de 1 milhão de km<sup>2</sup> em 1961 para cerca de 3,2 milhões de km<sup>2</sup> em 2012 (AQUASTAT, 2014). A pecuária mais do que triplicou, passando de 7,3 bilhões de unidades em 1970 para 24,2 bilhões em 2011 (FAOSTAT, n.d.a.). A aquicultura, especialmente no interior dos continentes e particularmente na Ásia, aumentou mais de 20 vezes desde a década de 1980 (FAO, 2012).

A demanda urbana corresponde a 11% da extração global de água (AQUASTAT, n.d.b.). Desse total, apenas 3% são consumidos, e os 8% restantes são descartados como águas residuais, o que representa 330 km<sup>3</sup> por ano (Mateo-Sagasta et al., 2015) (ver Figura 1). Essa quantidade teria o potencial de irrigar 40 milhões de hectares – com aproximadamente 8 mil m<sup>3</sup> por hectare (Mateo-Sagasta et al., 2015) – ou seja, 15% de todas as terras irrigadas.

As águas residuais urbanas respondem pela maior parcela das águas utilizadas diretamente pela agricultura, e o uso planejado dessas águas residuais é frequente na Austrália, em países do Mediterrâneo, do Oriente Médio e do Norte da África, assim como no México, na China e nos EUA (AQUASTAT, n.d.b.).

Contudo, não existe um inventário exaustivo sobre a quantidade de águas tratadas ou não tratadas que são utilizadas na agricultura. Estimativas sobre a área total irrigada por águas residuais diluídas ou não tratadas variam entre 5 e 20 milhões de hectares, com a maior parte dessa área provavelmente localizada na China (Drechsel e Evans, 2010), o que representa entre 2% e 7% do total da área irrigada no mundo.

O tratamento inadequado das águas residuais e a consequente poluição hídrica de larga escala sugerem que a área irrigada com águas residuais não seguras é provavelmente 10 vezes maior do que a área onde se usam águas residuais tratadas (Drechsel e Evans, 2010).

Na Jordânia, onde o uso planejado das águas residuais tem sido promovido desde 1977, 90% dessas águas tratadas são utilizadas para a irrigação (MWI, 2016a). Em Israel, as águas residuais tratadas respondem a 40% de toda a água utilizada para irrigação (OECD, 2011b).

---

## NECESSIDADES DE DADOS E INFORMAÇÕES

Os dados sobre a coleta e o tratamento das águas residuais são esparsos, particularmente – mas não apenas – nos países em desenvolvimento. De acordo com Sato et al. (2013), somente 55 dos 181 países analisados apresentavam informações estatísticas confiáveis sobre a geração, o tratamento e o uso das águas residuais; 69 países não tinham dados sobre um ou dois aspectos; e 57 países não possuíam nenhum tipo de informação. Além disso, aproximadamente dois terços (63%) dos países apresentavam dados de mais de cinco anos atrás.

---

## ACEITAÇÃO PÚBLICA

O uso de águas residuais pode se deparar com uma forte resistência pública, devido à falta de conscientização e de confiança com relação aos riscos à saúde humana. Outros fatores incluem diferentes percepções culturais e religiosas sobre a água em geral e/ou o uso das águas residuais tratadas. Enquanto as preocupações relacionadas à saúde pública e à segurança foram, tradicionalmente, a principal razão para a resistência pública ao uso das águas residuais, aspectos culturais e comportamentais dos consumidores parecem ser os fatores preponderantes na maioria dos casos atualmente, mesmo quando a água recuperada resulta de avançados processos de tratamento e é totalmente segura.

Com o objetivo de reduzir a percepção pública negativa, a Agência Nacional de Águas de Singapura traduziu informações técnicas para uma linguagem mais simples e forneceu ferramentas de divulgação comunitária, como o jogo para telefones celulares Salve a Minha Água (Save My Water). Como resultado desses esforços educativos de conscientização e divulgação, a aceitação social relativa às águas residuais aumentou.

# REGIÕES

Aparentemente, a gestão das águas residuais varia de forma significativa nas diferentes regiões. Na Europa, a maior parte das águas residuais produzidas pelas cidades e pelas indústrias (71%) é submetida a tratamento, enquanto apenas 20% dessas águas são tratados nos países da América Latina. No Oriente Médio e no Norte da África, estima-se que 51% das águas residuais urbanas e industriais é tratado. Nos países africanos, a falta de recursos financeiros para o desenvolvimento de instalações para as águas residuais é um importante fator que restringe a gestão dessas águas, enquanto 32 de 48 países da África Subsaariana não têm nenhum dado disponível sobre a produção e o tratamento das águas residuais (Sato et al., 2013).

O tratamento das águas residuais e seu uso e/ou eliminação nas regiões úmidas dos países de renda alta são motivados pelas normas rigorosas sobre a descarga de efluentes, bem como pela conscientização pública sobre a qualidade ambiental – isso ocorre na América do Norte, no Norte da Europa e no Japão. A situação é diferente em países de renda alta localizados em regiões mais secas, onde as águas residuais tratadas com frequência são usadas para a irrigação, devido à crescente concorrência pela água entre a agricultura e outros setores – por exemplo em partes da América do Norte, na Austrália, no Oriente Médio e no Sul da Europa.

## **a** África

A lacuna entre a disponibilidade e a demanda por água está aumentando de maneira rápida, especialmente nas cidades, onde se espera que a população quase quadruple até 2037 (World Bank, 2012). Isso sugere que provavelmente irá ocorrer um aumento considerável na produção de águas residuais por parte das cidades africanas (World Bank, 2012).

Os sistemas atuais de gestão hídrica não são capazes de acompanhar a demanda crescente. Estima-se que metade da infraestrutura urbana que irá compor as cidades africanas até 2035 ainda está para ser construída (World Bank, 2012). Esse cenário apresenta diversos desafios, mas, ao mesmo tempo, oferece oportunidades para romper com abordagens passadas – e inadequadas – na gestão dos recursos hídricos e para buscar soluções inovadoras, tais como a gestão urbana integrada que inclui o uso das águas residuais tratadas para ajudar a satisfazer a demanda crescente.

As principais indústrias na região são aquelas de mineração, petróleo e gás, exploração madeireira e de transformação. Todas essas atividades produzem águas residuais, as quais frequentemente são lançadas no meio ambiente depois de um tratamento mínimo ou até mesmo sem nenhum tratamento. Por exemplo, na Nigéria, acredita-se que menos de 10% das indústrias tratam seus efluentes antes de lançá-los em águas superficiais (Taiwo et al., 2012; Ebiare e Zejiao, 2010).

## **b** Estados árabes

Em 2014, 18 dos 22 estados árabes se encontravam abaixo da “linha de pobreza hídrica”, que corresponde a 1 mil m<sup>3</sup> per capita (AQUASTAT, n.d.b.).

Os dados (da iniciativa MDG+) mostram que, em 2013, 69% das águas residuais coletadas nos estados árabes eram tratadas de forma segura, com 46% sujeitos a tratamento secundário e 23% sujeitos a tratamento terciário. Além disso, 84% de todas as águas residuais coletadas pelos países que compõem o Conselho de Cooperação do Golfo (CCG), uma região com escassez hídrica, passaram por tratamento terciário, e 44% do volume das águas residuais tratadas adequadamente foram novamente utilizados. Em âmbito regional, 23% das águas residuais tratadas de forma segura nos estados árabes está sendo usado principalmente para a irrigação e para a recarga de aquíferos (LAS/UNESCWA/ACWUA, 2016).

O fornecimento de água, o saneamento e o tratamento das águas residuais para refugiados em campos, assentamentos informais e comunidades de acolhimento têm se tornado grandes desafios nos estados árabes. Os conflitos e o deslocamento interno de pessoas no Iraque, na Líbia, na Palestina, na Somália e na Síria também pressionam a capacidade operacional de instalações de águas residuais e de redes de esgoto danificadas.

Pelo menos 11 dos 22 estados árabes aprovaram leis que permitem o uso de águas residuais tratadas, estabelecidas por instituições nacionais responsáveis pelo uso e o despejo dessas águas, como os ministérios responsáveis pelo meio ambiente no Kuwait, no Líbano e em Omã, pela saúde no Iraque, pela agricultura na Tunísia, pela habitação no Egito, ou por institutos responsáveis por normas de padronização na Jordânia e no Iêmen (WHO, 2006b).

A Estação de Tratamento de Águas Residuais de As-Samra, a maior da Jordânia, atende 2,27 milhões de pessoas e atinge 80% de autossuficiência energética através de um gerador alimentado pelo biogás produzido no digestor anaeróbio de lodo residual (UNESCWA, 2015).

## **c** Ásia e Pacífico

A população urbana desta região mais do que duplicou entre 1950 e 2000 (UNESCAP/UN-Habitat, 2015), criando uma enorme demanda por novos e melhores sistemas de tratamento de águas residuais. Em 2009, 30% da população urbana da região vivia em favelas, e mais da metade de seus habitantes rurais ainda não tinham acesso a formas melhores de saneamento, comparado com 25% dos moradores das cidades (UNESCAP, 2014).

O reconhecimento das águas residuais como um recurso para diferentes setores tem crescido. No entanto, estima-se que entre 80% e 90% de todas as águas residuais produzidas na região da Ásia e Pacífico são lançados no ambiente sem tratamento, poluindo as águas superficiais e subterrâneas, assim como os ecossistemas costeiros (UNESCAP, 2010).

Os desastres naturais – dos quais 90% estão relacionados à água – têm aumentado em frequência e intensidade devido às mudanças climáticas (UNESCAP, 2015b). Durante as inundações, que em 2011 causaram na região danos totais estimados de US\$ 61 bilhões (ADB, 2013), os esgotos geralmente se misturam com águas pluviais contaminadas, gerando uma crise sanitária e aumentando o risco de doenças transmitidas pela água.

De acordo com um estudo, os “telhados verdes” são capazes de reter entre 60% e 100% da água da chuva, dependendo da profundidade do substrato e da quantidade e da intensidade da precipitação recebida (Thomson et al., 1998).

Análises de estudos de caso no Sudeste Asiático mostraram que as receitas geradas por subprodutos das águas residuais, tais como fertilizantes, são significativamente maiores do que os custos operacionais dos sistemas de tratamento dessas águas, o que fornece evidências de que a recuperação de recursos a partir de águas residuais é um modelo de negócios viável e lucrativo para práticas sustentáveis e para o desenvolvimento econômico (UNESCAP/UN-Habitat/AIT, 2015).

## **d** Europa e América do Norte

Extensas áreas da região da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) são cobertas por sistemas de abastecimento de água e saneamento, mas as mudanças demográficas e econômicas fizeram com que alguns dos grandes sistemas centralizados não funcionem como o esperado.

A baixa eficiência dos sistemas hídricos, caracterizada pela falta de recursos e pela falta de incentivos ao uso eficiente da água, é uma questão muito importante no Leste Europeu, na região do Cáucaso e na Ásia Central (UNECE/OECD, 2014), onde grandes volumes da água fornecida se transformam em águas residuais, que com muita frequência recebem apenas tratamento primário. Geralmente, as tarifas pelo fornecimento de água e saneamento são muito baixas para cobrir os custos de operação e manutenção dos serviços (OECD, 2011a). Este fato coloca desafios consideráveis ao atendimento das necessidades de investimento em infraestrutura e reduz os incentivos para o uso da água em níveis razoáveis, ao mesmo tempo em que gera preocupações relacionadas à sustentabilidade.

O tratamento das águas residuais na região melhorou durante os últimos 15 ou 20 anos. O tratamento terciário aumentou de forma gradual, mas, no Sudeste da Europa e no Leste Europeu como um todo, significativos volumes de águas residuais ainda são coletados e descartados sem tratamento.

## **e** América Latina e Caribe

Com 80% da população morando em áreas urbanas, esta é uma das regiões mais urbanizadas em todo o mundo, e estima-se que ela se urbanize ainda mais, e que 86% da população esteja vivendo nas cidades até 2050 (UNDESA, 2014).

Enquanto os serviços de fornecimento de água e saneamento se expandiram rapidamente (em 2015, 88% da população urbana tinha acesso a melhores instalações sanitárias – UNICEF/WHO, 2015), na maior parte da região essa expansão não foi paralela ao tratamento das águas residuais: a cobertura dos serviços de tratamento é atualmente estimada entre 20% (Sato et al., 2013) e 30% (Ballesterio et al., 2015) das águas residuais coletadas nos sistemas urbanos de esgoto. Dessa forma, o esgoto urbano é uma preocupação-chave para os governos por ser a principal fonte de poluição da água.

Poucos países da região realizaram progressos substanciais na expansão do tratamento das águas residuais. Países que tratam de mais da metade de seus esgotos urbanos incluem Brasil, México e Uruguai (Lentini, 2015). No Chile o tratamento de águas residuais é praticamente universal (SISS, 2015).

A expansão do tratamento das águas residuais urbanas requer investimentos significativos, o que, até recentemente, a maioria dos países não era capaz de suportar. A região da América Latina e Caribe precisaria investir mais de US\$ 33 bilhões para ampliar a cobertura de serviços de tratamento das águas residuais para 64% até 2030 (Mejía et al., 2012). Conforme outra estimativa, seriam necessários cerca de US\$ 30 bilhões para reduzir pela metade a porcentagem das águas residuais que atualmente não recebem tratamento (Lentini, 2015). Além disso, são necessários aproximadamente US\$ 34 bilhões para a expansão dos sistemas de drenagem de água pluvial (Mejía et al., 2012), o que reduziria a poluição resultante do escoamento urbano não controlado.

**Elaborado pelo WWAP** | Engin Koncagül, Michael Tran, Richard Connor, Stefan Uhlenbrook and Angela Renata Cordeiro Ortigara

A tradução foi possível com o valioso apoio da Representação da UNESCO no Brasil (em Brasília) e da Agência Nacional de Águas (ANA) do Brasil.

**Foto da capa:** Moderna estação urbana de tratamento de águas residuais © Jantarus v/Shutterstock.com

### **Programa Mundial das Nações Unidas para Avaliação dos Recursos Hídricos**

Gabinete do Programa de Avaliação Global da Água  
Divisão de Ciências Hídricas, UNESCO  
06134 Colombella, Perúgia, Itália  
Email: [wwap@unesco.org](mailto:wwap@unesco.org)  
[www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap)

Reconhecemos com gratidão o apoio financeiro fornecido pelo Governo da Itália e pela Regione Umbria



**Regione Umbria**