

Inadecuaciones do sistema de saneamento convencional e os obstáculos que enfrentam as alternativas tecnológicas disponíveis


Inadecuaciones of the conventional sanitation system and the obstacles faced by available technological alternatives

Yago Quiñones Triana

Universidade de Brasília

Brasília, Brasil

Yagoqt@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-5348-602X

Información del artículo

Recibido: 23/12/2023

Revisado: 29/03/2025

Aceptado: 04/04/2025

Online: 27/03/2026

Publicado: 10/04/2026

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/at.30.8569

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).

RESUMO

Este artigo propõe uma abordagem crítica ao sistema de saneamento que atualmente é considerado convencional. São analisadas suas características distintivas e as condições históricas e culturais presentes no momento do seu surgimento e que o definem até hoje, também são apontados sinais de inadequação ao contexto atual. Sugere-se que tal sistema apresenta uma dependência de trajetória, determinada por decisões tomadas em períodos anteriores, o que configura um aprisionamento tecnológico, no qual o sistema não é questionado nos seus critérios básicos e as potenciais alternativas técnicas são desacreditadas. Especificamente, o uso intensivo de água, a dependência com relação a dito recurso e a centralização das infraestruturas são assuntos que não são problematizados por causa precisamente da predominância do sistema convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de saneamento, Água, Recursos hídricos, Ciência tecnologia e sociedade.

ABSTRACT

This article proposes a critical approach to the sanitation system that is currently considered conventional. Its distinctive characteristics and the historical and cultural conditions present at the time of its emergence and which define it to this day are analyzed. Signs of inadequacy to the current context are also highlighted. It is suggested that such a system presents a path dependence, determined by decisions taken in previous periods, which constitutes technological lock-in, in which the system is not questioned in its basic criteria and potential technical alternatives are discredited. Specifically, the intensive use of water, dependence on this resource and the centralization of infrastructure are issues that are not problematized precisely because of the predominance of the conventional system.

KEYWORDS: Sanitation systems, Water, Water resources, Science technology and society.

Inadecuaciones del sistema de saneamiento convencional y los obstáculos que enfrentan las alternativas tecnológicas

RESUMEN

Este artículo propone una aproximación crítica al sistema de saneamiento que actualmente se considera convencional. Se analizan sus características distintivas y las condiciones

históricas y culturales presentes en el momento de su surgimiento y que lo definen hasta el día de hoy, así como se destacan signos de inadecuación al contexto actual. Se sugiere que dicho sistema presenta una dependencia de trayectoria, determinada por decisiones tomadas en períodos anteriores, lo que constituye un aprisionamiento tecnológico, en el que el sistema no es cuestionado en sus criterios básicos y las posibles alternativas técnicas se ven desacreditadas. En concreto, el uso intensivo del agua, la dependencia de este recurso y la centralización de las infraestructuras, son cuestiones que no se problematizan precisamente por el predominio de tal sistema convencional.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de saneamiento, Agua, Recursos hídricos, Ciencia tecnología y sociedad.

Insuffisances du système d'assainissement conventionnel et obstacles rencontrés par les alternatives technologiques disponibles

RÉSUMÉ

Cet article propose une approche critique du système d'assainissement actuellement considéré comme conventionnel. Ses caractéristiques distinctives et les conditions historiques et culturelles présentes au moment de son émergence et qui la définissent jusqu'à aujourd'hui sont analysées, ainsi que les signes d'inadéquation au contexte actuel sont mis en évidence. Il est suggéré que ce système présente une dépendance au chemin, déterminée par les décisions prises dans les périodes antérieures, qui constitue un emprisonnement technologique, dans lequel le système n'est pas remis en question dans ses critères de base et les alternatives tech-

niques possibles sont discréditées. Concrètement, l'utilisation intensive de l'eau, la dépendance à l'égard de cette ressource et la centralisation des infrastructures sont des questions qui ne sont pas problématisées précisément en raison de la prédominance d'un tel système conventionnel.

MOTS-CLÉ: Systèmes d'assainissement, Eau, Ressources en eau, Science technologie et société.

Inadeguatezze del sistema igienico-sanitario convenzionale e ostacoli incontrati dalle alternative tecnologiche disponibili

SOMMARIO

Questo articolo propone un approccio critico al sistema igienico-sanitario attualmente considerato convenzionale. Vengono analizzate le sue caratteristiche distintive e le condizioni storico-culturali presenti al momento della sua nascita e che lo definiscono ancora oggi, nonché evidenziati i segnali di inadeguatezza al contesto attuale. Si suggerisce che questo sistema presenti una dipendenza dal percorso, determinata da decisioni prese in periodi precedenti, che costituisce un imprigionamento tecnologico, in cui il sistema non viene messo in discussione nei suoi criteri di base e le possibili alternative tecniche vengono screditate. Nello specifico, l'uso intensivo dell'acqua, la dipendenza da questa risorsa e la centralizzazione delle infrastrutture sono questioni che non vengono problematizzate proprio a causa della predominanza di un sistema così convenzionale.

PAROLE CHIAVE: Sistemi igienico-sanitari, Acqua, Risorse idriche, Scienza tecnologia e società.

Introdução

O objeto de estudo deste artigo é o sistema de saneamento moderno ou convencional a partir de uma visão crítica, a qual explora as formas em que tal solução tem se consolidado, inviabilizando alternativas técnicas disponíveis. No âmbito técnico (de dispositivos e procedimentos) e cultural (de valores e significados associados), a configuração do atual sistema de saneamento convencional atendeu eficazmente necessidades sociais do ponto de vista da saúde – portanto do ponto de vista político – e também da esfera das práticas cotidianas relacionadas com um período histórico específico: aquele das grandes cidades modernas no auge da industrialização. No entanto, o cenário atual, definido pela interação entre o conhecimento técnico-científico aprimorado e novas prioridades culturais e políticas, passa por mudanças profundas. A compreensão sobre a origem das doenças relacionadas ao contato com resíduos humanos é hoje muito mais precisa e esclarecida¹. As medidas de higiene preventivas parecem agora ser simples, comprovadas e eficazes, e fazem parte integrante de hábitos de socialização comuns. Por outro lado, as preocupações ecológicas relacionadas aos sistemas de saneamento estão se tornando cada vez mais relevantes². Se no passado, durante a consolidação do sistema de saneamento moderno, o uso intensivo de água não era visto como um problema significativo e a poluição das correntes de água a jusante parecia ser uma consequência inevitável, atualmente a situação parece ter se alterado e a busca por alternativas que considerem a finitude dos recursos hídricos é amplamente incentivada³.

Além disso, há na atualidade um consenso entre os administradores públicos sobre a impossibilidade de fornecer acesso universal, para toda a população mundial, ao sistema convencional⁴. Os elevados custos de instalação e as implicações, em termos de pressão sobre os recursos naturais, levam a considerar seriamente alternativas e à identificação das deficiências do sistema convencional⁵. Temos então uma espécie de inadequação do sistema convencional ao contexto cambiante atual, a qual é identificada explicitamente

por especialistas preocupados com a questão ecológica e pelos responsáveis por políticas públicas. Porém, na perspectiva do usuário comum, a situação é diferente. A forma em que temos sido educados com relação aos hábitos higiênicos relacionados ao banheiro⁶, tem criado um vínculo específico, definido historicamente, com relação a água⁷. Mais especificamente, a consolidação do sistema de saneamento moderno, com o banheiro como espaço privilegiado de construção e transmissão de práticas e valores, tem concretizado dois fenômenos relevantes: uma concepção específica da água como recurso, ligada a ideia de higiene, e uma concepção específica dos rejeitos, especialmente das fezes humanas.

No primeiro caso, a água emerge como o meio mais eficiente e higiênico para eliminar nossos dejetos. Além disso, a água é capaz de purificar, higienizar e eliminar o inimigo invisível das doenças infecciosas. O banheiro combina – e confunde – essas duas funções da água ao integrá-las no mesmo espaço, como agente de higienização e como meio de transporte e eliminação das fezes. No segundo caso, o sistema de saneamento moderno, fundamentado no conhecimento científico desenvolvido sobre as doenças e sua relação com microrganismos, restringiu as fezes exclusivamente a uma substância biologicamente perigosa, passível apenas de ser afastada e neutralizada⁸. Essa interpretação, relativamente inédita, substituiu a visão que prevaleceu por séculos, na qual esses supostos “resíduos” eram considerados substâncias valiosas devido aos componentes químicos nelas contidos, isto é, aos nutrientes utilizados como fertilizantes⁹. O sistema convencional de saneamento foi estabelecido no final do século XIX e início do século XX. Esse período coincidiu com uma fase de avanços na indústria química, que conseguiu produzir fertilizantes artificiais acessíveis, tornando desnecessário e dispendioso o uso das fezes. No entanto, os fertilizantes químicos dependem de minerais e outras matérias-primas que não estão uniformemente distribuídos no planeta, além de muitos deles constituir recursos finitos. Fato esse que levanta

¹ Latour, 1988, 43-49.

² Waltner-Toews, 2013, 123-124. Penner, 2014, 268. Krantz, 2012, 104. Dingle, 2008, 17. Burton et al., 2021. Roccaro; Santamaria; Vagliasindi, 2014, 449-454. De Gisi; Petta; Wendland, 2014, 1329. Melosi, 2005.

³ Rodríguez; Hutton; Boatman 2013, iii-v.

⁴ Black; Fawcett, 2008, 9. Devkota; Pandey; Maharjan, 2020, 11.

⁵ Davison, 2001, 20-27.

⁶ Se usará o termo do português brasileiro “banheiro” para indicar o espaço arquitetônico moderno dedicado a atividades relacionadas com a higiene pessoal e a palavra “banhos” para os espaços públicos para tomar banho, especialmente na Antiguidade ocidental, com eventual presença de latrinas.

⁷ Shove, 2003, 80-87. De Decker, 2010. Latour, 1988, 118-129. Black, 2008, 63-64. Quitza, 2007, 353-356. Geels, 2005. Hoy, 1995, 5-8.

⁸ Tarr, 1996, 299. Roccaro; Santamaria; Vagliasindi, 2014, 438. Waltner-Toews, 2013, 108.

⁹ Kira, 1976, 96.

questionamentos sobre se os fertilizantes artificiais são a única ou a melhor opção disponível, abrindo espaço para a reavaliação do papel das fezes como fonte natural e disponível de nutrientes.

Vemos então que uma solução amplamente adequada num determinado momento histórico, segunda metade do século XIX, e num determinado contexto científico e social, as grandes cidades modernas do mundo industrializado, más continua a ser considerada como o sistema prevalecente na atualidade, ainda havendo mudanças profundas na configuração de forças, interesses, hábitos e conhecimentos técnicos e científicos que o justificaram e produziram. O que potencialmente abre espaço para procurar explorar variantes e estudar novas formas de adaptação e diálogo da tecnologia com o contexto maior, permitindo enxergar possíveis obstáculos e barreiras que sistemas emergentes podem encontrar para serem considerados como alternativas pertinentes.

Caracterização geral do atual sistema convencional

Os componentes do sistema atual não se concretizaram dentro do mesmo processo técnico-social, eles são o resultado de desenvolvimentos eventualmente concomitantes, mas paralelos, não acumulativos e iniciados em diferentes momentos históricos, incluindo períodos bem anteriores à sua fase de consolidação definitiva. Chamamos ele de “convencional” porque é o sistema mais aceito, que coincide com o padrão ideal segundo o discurso oficial das grandes entidades globais encarregadas de temas de saneamento¹⁰. Dentro dessa ótica, presente também em muitos materiais jornalísticos e históricos, ele seria o ponto de chegada de uma série de aprimoramentos técnicos e do conhecimento científico disponível, o que garantiria, na teoria, que é a melhor das opções em campo. Porém, numericamente o sistema não é prevalecente, pelo contrário, cerca de dois bilhões de pessoas tem um saneamento inadequado¹¹ e a quantidade de pessoas sem acesso a qualquer sistema é, no mínimo, alarmante. Alguns autores apontam que 40% das pessoas nos países em desenvolvimento não tem acesso a nenhum sistema de saneamento¹² e,

segundo dados de 2011, mais de um bilhão de pessoas defecam a céu aberto no mundo¹³.

No entanto, esse sistema não está livre de objeções, inclusive desde os estágios iniciais de sua consolidação. Desde uma perspectiva crítica, temos que o sistema de saneamento convencional não é apenas percebido como um grande consumidor de água potável, mas também como um poluidor prescindível de rios e mares. Além disso, é considerado ineficiente na tentativa de reabilitar as águas residuais, uma vez que os processos envolvidos são dispendiosos e dependem de produtos químicos que não conseguem restaurar completamente as condições originais da água antes dela entrar no sistema¹⁴. Esses procedimentos são frequentemente rotulados como *end of pipe*, já que abordam o problema somente na etapa final, tentando remediar a poluição que ocorreu em estágios anteriores¹⁵, e revelam a ineficácia em evitar o dano desde o início do processo. Para agravar ainda mais a situação, os efluentes das modernas estações de tratamento de esgoto são hoje uma fonte significativa e contínua de introdução de compostos que têm efeitos hormonais no ambiente aquático¹⁶. Neste contexto, a lógica *out of sight, out of mind*¹⁷ parece funcionar de maneira exemplar, isto é, se o problema está fora da nossa visão, ele deixa de ser uma preocupação e, conseqüentemente, não é mais nosso problema, ou até mesmo, não é mais considerado um problema. O sistema convencional de descarte de resíduos humanos se encaixa perfeitamente nessa lógica, afastando qualquer potencial problema da vista e da mente do usuário. Aliás, o sistema é considerado mais bem-sucedido quanto é menos visível, permitindo que as pessoas evitem se confrontar de alguma forma com os seus próprios dejetos¹⁸.

No campo específico dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), o sistema convencional tem sido caracterizado como uma tecnologia que apresenta uma dependência de trajetória que acaba configurando um aprisionamento tecnológico¹⁹. O aprisionamento tecnológico pode ser considerado como uma forma de dependência de trajetória e, basicamente, aparece quando o uso de uma determinada tecnologia dificulta a mudança, ou inclusive, as tentativas de mudança para

¹⁰ WHO; UNICEF, 2000, 10.

¹¹ Paterson; Mara; Curtis, 2007, 901.

¹² Black; Fawcett, 2008.

¹³ Uddin et al., 2014, 33.

¹⁴ Roccaro; Santamaria; Vagliasindi, 2014.

¹⁵ De Gisi; Petta; Wendland 2014, 1329.

¹⁶ Körner et al., 2001.

¹⁷ Canaday, 2018.

¹⁸ Penner, 2014, 268.

¹⁹ Dingle, 2008, 11-12.

soluções ou processos técnicos alternativos²⁰. Essa abordagem, adotada nas ciências sociais, especialmente por historiadores e economistas, propõe que existe uma dependência de trajetória cada vez que o estado atual de um sistema é limitado pela sua história, especificamente, quando a tomada de decisões concretas determina as possibilidades de desenvolvimentos futuros²¹. Em outras palavras, trata-se de entender como eventos históricos moldam o presente e influenciam o futuro. Quando os sistemas se caracterizam por apresentar uma dependência de trajetória, acontece que, ao longo dos processos históricos, eles se auto-reforçam, no sentido de estabelecer regimes profundamente enraizados, que tendem a bloquear desenvolvimentos futuros alternativos²². Uma determinada escolha em um momento específico, dentre várias alternativas potenciais em campo, pode se estabilizar e levar ao aprisionamento de uma dada solução técnica.

No caso do sistema sanitário convencional, ele surge em um contexto específico do pensamento científico, urbanístico e de políticas públicas do século XIX. Mais concretamente, em um contexto de crescimento populacional e expansão das cidades, com um clima de insatisfação pelas soluções privadas ou individuais de fornecimento de água e descarte de rejeitos, e em um ambiente de pavor generalizado por epidemias. Foi nesse contexto específico que os gestores públicos foram levados a pensar soluções centralizadas, que abarcavam a cidade como um todo²³. Como consequência, os sistemas de saneamento se apresentam, em geral, como soluções técnicas especializadas que dão forma à estrutura da cidade e estão marcados pela dependência de trajetória, especificamente, a dependência de tomadas de decisão anteriores e difíceis de reverter, que dificultam a mudança. Mas também foram projetados com uma ideia limitada de cidade, tanto no espaço físico, como no seu desenvolvimento. Em determinados casos, pareceu mais importante a durabilidade dos materiais da infraestrutura do que a capacidade do sistema de prestar seu serviço em um entorno em constante mudança²⁴. A evolução da infraestrutura de esgoto foi muitas vezes baseada em soluções pragmáticas e facilmente implementáveis, com pouca consideração pelas consequências não intencionais dos

projetos²⁵. Paralelamente, o sistema convencional está subordinado a instituições, como as prestadoras de serviço de encanamento e esgoto, que foram criadas com o fim específico de sustentar o próprio sistema nas suas características particulares e que passam, portanto, a serem consideradas como indispensáveis²⁶. Finalmente, no plano dos hábitos e dos comportamentos cotidianos, o sistema de saneamento convencional também sustenta e reforça uma série de práticas e valores que tem efeitos meio-ambientais indesejáveis, porém, dos quais ninguém quer abrir mão e que se dão por descontados²⁷.

Contexto de surgimento do sistema

Os trabalhos de cunho histórico sobre o tema do saneamento quase sempre reforçam a ideia de uma continuidade com os sistemas antigos, o que acaba consolidando a ideia de que o sistema convencional seria o mais avançado e adequado, fruto de uma série virtuosa de aprimoramentos somente truncados pelo período obscuro da Idade Média na Europa. Em alguns casos, ao fazer a resenha de protótipos, ou até de soluções técnicas funcionais que “competiram” com o sistema convencional, elas são apresentadas como tentativas ingênuas que o conhecimento atual descartaria imediatamente²⁸. Chama a atenção como grande parte desses estudos históricos acostam tomar como ponto de partida os banhos do mundo antigo no Ocidente²⁹. Além de, geralmente, misturar indiscriminadamente na análise banhos, banheiros e esgoto, e incluir necessariamente a água como um elemento essencial, fundante e indiscutido³⁰. Fato esse que se explica a partir do viés produto do olhar moderno, o qual considera tais artefatos como fazendo parte organicamente do mesmo sistema. Isto é, se toma o complexo técnico atual e se usa como modelo para interpretar soluções do passado que se consideram semelhantes às atuais. O que demonstra uma visão linear e determinista da tecnologia: se pretende que o pensamento técnico, independente das condições históricas particulares, deveria chegar na mesma solução para um dado problema. Trata-se da “lógica Flinstone”, que é identificar o conceito de uma tecnologia concreta em uso em um determinado

²⁰ Quitzau, 2007, 352-353.

²¹ Melosi, 2005, 262-265.

²² Quitzau, 2007, 352-353.

²³ Melosi, 2005, 269-270.

²⁴ Melosi, 2000, 11.

²⁵ Roccaro; Santamaria; Vagliasindi, 2014, 454.

²⁶ Dingle, 2008, 12.

²⁷ Shove, 2003, 8.

²⁸ Horan, 1996, 110-118.

²⁹ Lofrano; Brown, 2010.

³⁰ Wright, 1960. Cosgrove, 1909.

momento, geralmente o presente, e associá-la com os meios técnicos ou com o contexto material de outro período histórico, geralmente anterior. Pelo contrário, o desenvolvimento de uma determinada solução se relaciona indissolúvelmente com a relativa conjuntura científica e cultural, não há uma solução pronta à qual vamos nos aproximando, nem se trata, no caso do saneamento, do mesmo problema ao longo de diferentes períodos históricos³¹.

A forma como se chegou no sistema convencional responde ao contexto específico das sociedades modernas europeias, inclusive dentro do próprio contexto ocidental, a discussão sobre qual tipo de sistema de esgoto implementar foi acirrado. Ela configurou uma disputa entre os grandes sistemas integrados que transportam conjuntamente água pluviais e esgoto e os sistemas separados ou exclusivos, menos dispendiosos, e que decretou finalmente a prevalência da primeira alternativa³². Foi um processo fragmentado, não linear e localizado, mas o resultado acabou sendo exportado de forma global e sendo considerado como uma espécie de solução ideal e universal. Porém, é importante lembrar que, antes disso, técnicas divergentes se encontraram a competir entre si e que os componentes do sistema não fizeram parte do mesmo esquema de desenvolvimento: vaso sanitário, água encanada, esgoto e (eventualmente) plantas de tratamento são artefatos que resolvem problemas diferentes, que adquirem uma aparência orgânica, como parte do sistema padrão de saneamento, somente a partir de uma interpretação posterior.

Teorias sobre o contágio em disputa

O sistema de esgoto que identificamos com a modernidade surge então em um momento específico da história do urbanismo, do conhecimento medico-científico e da política. Ainda que os sistemas anteriores fossem precários em vários pontos, especialmente em termos de higiene e praticidade, eles resolveram o problema do descarte dos rejeitos sanitários até o momento em que o sistema colapsou, pontualmente na cidade Londres. A grande megalópole moderna tinha crescido exponencialmente e o tamanho do perímetro urbano fez com que o uso das fezes como fertilizante nos campos

circunstantes não fosse mais praticável³³, seja pela distância percorrida, seja pela quantidade de nutrientes em excesso que não podiam mais ser metabolizados pelo terreno³⁴. A alternativa de conduzir tudo ao rio Tâmisa pareceu a opção mais indicada, na presunção, em certa medida correta, de que o próprio rio iria metabolizar essas substâncias. Coisa que não aconteceu quando a quantidade de resíduos sanitários foi tão volumosa que derivou em um fato histórico conhecido como *The great stink*, ou o Grande Fedor do verão de 1858³⁵, e que justificou, entre outras medidas, a construção do primeiro grande sistema de esgoto moderno³⁶.

Lembremos que a aceitação popular da teoria dos germes demorou em se consolidar e, ainda ao longo do século XIX, se acreditava que o cheiro era um sinal de perigo biológico, portanto, um sistema capaz de afastar a ameaça foi muito bem recebido³⁷. É o caso dos primeiros vasos sanitários que usavam água, os primeiros *flush toilets* que, em teoria, acumulavam a praticidade do descarte automático com a presença de um agente limpador como a água, indispensável na luta contra as doenças. Porém, no começo, a solução hoje considerada ótima, não resolveu os problemas, inclusive os piorou. Os primeiros *water closets*, introduzidos em Londres no começo do século XIX, incluíam o uso de água, mas não previam a conexão a um sistema de esgoto centralizado³⁸, assim, os dejetos fluíam para fossas domésticas não construídas para comportar tal quantidade de água, acabavam se enchendo rapidamente e desbordando, aumentando a poluição dos rios³⁹. Portanto, o funcionamento desse artefato dependia da ligação das unidades familiares a um sistema de água encanada que era coletivo, mas os usuários acreditavam, justamente, que tal conexão levaria a expor o seu lar aos perigos dos eflúvios dos vizinhos⁴⁰. Inclusive, as pessoas reconheciam mais o benefício de ter água disponível em casa do que o benefício da retirada dos rejeitos por meio do esgoto, já que para resolver esse problema específico existiam outras alternativas funcionais como o as fossas sépticas⁴¹.

A teoria dos miasmas, ainda vigente no século XIX, moldou então os esforços para implementar soluções eficientes. Ao acreditar que as doenças eram transmitidas

³¹ Quiñones, 2023, 179.

³² Melosi, 2000, 61-68.

³³ Black; Fawcett, 2008, 15. Wright, 1960, 147.

³⁴ Dingle, 2008, 10-11.

³⁵ Black; Fawcett, 2008, 15-16. Black, 2008, 62-64.

³⁶ Wright, 1960, 153-156.

³⁷ Penner, 2014, 252.

³⁸ Penner, 2014, 265.

³⁹ Tynan, 2013, 12-13. Zeldovich, 2021, 47-50.

⁴⁰ Penner, 2014, 262.

⁴¹ Melosi, 2000.

pelo ar contaminado, foram desenvolvidos sistemas de saneamento que se propunham eliminar a doença, isto é, afastar o cheiro, usando água limpa como meio de transporte das fezes. Desta forma, o sistema se apoiava, e ainda hoje se apoia, em um paradigma totalmente centrado na água, a partir de uma forma de pensamento que assume que o abastecimento desse líquido é insubstituível⁴². Portanto, essa decisão técnica, vinculada com o pensamento daquela época, condiciona as escolhas posteriores, sugerindo uma dependência de trajetória que aprisiona a tecnologia ao dificultar a consideração de alternativas que, por exemplo, não considerem a água como componente indispensável considerem meio físico para afastar o mal cheiro. Basicamente essas primeiras tecnologias de saneamento nada mais eram do que sistemas elaborados de transporte de águas residuais, coerentes com o pensamento sobre a erradicação de doenças comuns na época. Efetivamente diversos males epidêmicos registraram declínios importantes nas primeiras fases de implementação, mas as doenças em si não foram erradicadas, simplesmente foram deslocadas de um local para outro⁴³. Apesar do avanço significativo na compreensão científica das formas de contágio, os sistemas de saneamento têm mudado pouco desde as suas origens no século XIX, se mantendo como sistemas altamente centralizados e de capital intensivo, centrados na dependência da água e no combate pontual das fontes de poluição⁴⁴.

Revolução sanitária

Os esforços dos sanitaristas do final do século XIX por encontrar uma forma eficiente de combater as epidemias constantes que surgiam, especialmente nas grandes cidades, encontraram na teoria dos germes, comprovada por Pasteur, a chave para concentrar seus esforços⁴⁵. Basicamente, lavar as mãos e tomar banho era suficiente para evitar as doenças surgidas da falta de higiene⁴⁶. Essa mudança comportamental induzida na população deve a sua eficácia a uma noção metafórica poderosa: (a guerra contra os germes), a qual padroniza ações que indicam o problema (micróbios perigosos), sinalizam os procedimentos eficazes (lavar e limpar) e designam responsáveis pelo desenvolvimento de tais

processos (doutores e designers), além de sugerir quem deve implementá-los (donas de casa, indivíduos, portas, canos) e definir os efeitos desejados (a morte dos germes)⁴⁷. Desta forma, as práticas de higiene, que tempo atrás eram consideradas um elemento de distinção identificado com a ausência de fedor, estigma das classes baixas⁴⁸, mudaram para um ato cientificamente fundado que não podia ser mais um privilégio de classe⁴⁹.

Houve grandes mudanças no significado social da limpeza, surgiu uma “ideologia higiênica”, novas práticas associadas com o banho se consolidaram e foram transmitidas às classes trabalhadoras através de uma “ofensiva civilizatória”⁵⁰. O conhecimento mais aprofundado das causas das doenças levou a uma mudança de foco, deixando de ser considerado todo o comportamento coletivo como o fator a ser mudado, para começar a considerar a higiene individual como fator decisivo, a velha saúde pública lidava com o entorno, a nova com o indivíduo⁵¹. Os banheiros deixam de ser um símbolo de distinção para ser um de higiene. O banheiro vira um assunto, um lugar, associado com a saúde pública⁵². O micróbio, no âmbito dos programas de higiene, criou uma espécie de vínculo jurídico entre as pessoas, criou novas interdependências, o cuidado pessoal não fazia sentido se o vizinho não agia da mesma forma⁵³. Era necessário educar a população, ricos e pobres, e difundir o uso do banheiro (quarto de banho) como uma necessidade urbanística, de políticas públicas, e tal objetivo entrou nas prioridades do Estado. Figuras importantes da revolução sanitária britânica como John Snow, Edwin Chadwick e Joseph Bazalgette tomaram dimensões míticas, mas a transformação concreta em termos de resultados só se deu muito tempo depois, começando o século XX⁵⁴. A implementação definitiva do sistema convencional implicou também em uma transferência de responsabilidade das famílias para o governo, o que minimizou o contato do usuário como as águas residuais, uma vez que o sistema de descarga transportava automaticamente as substâncias e a manutenção tornou-se mais fácil para os usuários⁵⁵.

Porém, a história da limpeza corporal não constitui uma narração linear, não se trata de uma evolução que

⁴² Black; Fawcett, 2008, 7.

⁴³ Melosi, 2005, 269.

⁴⁴ Melosi, 2005, 269.

⁴⁵ Latour, 1988, 47-49.

⁴⁶ Geels, 2005, 383-384.

⁴⁷ Gastelaars, 1996, 485.

⁴⁸ Hoy, 1995, 64-65.

⁴⁹ Quitza, 2004.

⁵⁰ Geels, 2005, 389.

⁵¹ Melosi, 2000.

⁵² Shove, 2003, 99-100.

⁵³ Latour, 1988, 36.

⁵⁴ Black, 2008, 63.

⁵⁵ Quitza, 2007, 356.

leva à civilização⁵⁶. Ainda no início do século XIX, a higiene pessoal não era uma atividade popular na Europa. Os banhos foram às vezes associados ao vício e imoralidade, pois eram relacionados com bordéis luxuosos ou banhos turcos. Além disso, muitos médicos da época desconfiavam dos banhos frequentes⁵⁷. Se no começo foram adaptados alguns espaços das habitações para comportar os elementos técnicos necessários para o banheiro, após a revolução sanitária, foi necessário desenhar um lugar no domicílio com características totalmente novas e específicas⁵⁸. Ele devia se parecer mais com um hospital do que com qualquer outro espaço dos antigos domicílios⁵⁹. A comodidade e o aconchego do lar cediam o lugar para um espaço que respondia a regras de limpeza e assepsia. Paralelamente, no final do século XIX, se consolida a cultura do consumo, com produtos desenhados em massa. Nesse período, tomam forma o banheiro e a cozinha modernos, onde o banheiro se torna um laboratório para a gestão de resíduos biológicos de vários tipos⁶⁰. Desta forma, acessórios decorados e muito elaborados foram abandonados para dar espaço a desenhos simples e acessíveis⁶¹. A partir dos anos 1930's a estética da limpeza vira a norma na paisagem doméstica. A cor branca se torna padrão pela sua praticidade para identificar a sujeira, surgem uma série de indicações oficiais sobre o modelo de cores e tipo de superfícies recomendadas, sendo sempre impermeáveis e fáceis de limpar, de higienizar⁶². São implementados desenhos que perdem qualquer veia decorativa para se centrar no funcional, primam as características aerodinâmicas para lidar com líquidos. Esse estilo reflete o espírito de uma época, obcecada com o consumo e a higiene, realizando uma mistura entre o orgânico e o mecânico, superfícies semelhantes a pele, mas resistentes à sujeira e outros elementos externos⁶³.

Consolidação do sistema e suas consequências

O banheiro, como espaço específico, surgiu como um conceito independente, mas paralelo, à instalação da água encanada e dos sistemas de esgoto. O banheiro

como lugar arquitetônico em si não existia, havia uma série de acessórios espalhados na casa, depois da chegada das tubulações e a água corrente, esses elementos adquirem um lugar fixo, viram “*fixtures*”⁶⁴. A instalação do banheiro fusionou três atividades separadas até então: banhar-se, limpar o corpo e vestir-se, reunindo essas funções em um conjunto coerente⁶⁵. Uma explicação para essa coesão específica é a própria infraestrutura: é mais fácil conectar as funções ao sistema de tubulação se estiverem situadas próximas umas das outras. Outra explicação é que essas funções se encaixam, fundamentalmente, porque todas se relacionam com o manuseio de resíduos⁶⁶.

Nesse processo a água entra de forma dupla, cumprindo duas funções diferentes, mas que tem se confundido até o hoje. A água como agente dentro do processo de limpeza, higiênico, necessário para eliminar os germes e evitar contágio, e a água como corpo físico, no caso, um líquido disponível, capaz de transportar de forma natural o que ali descartemos se ela flui ao longo de um percurso. Isso implica uma ideia específica sobre os usos e a função da água com relação às doenças, o corpo e o meio ambiente, e cria uma unidade indissolúvel até hoje, tanto conceitualmente quanto arquitetonicamente, entre o vaso sanitário, a pia e o chuveiro, todos interligados com uma fonte de água corrente e potável. Temos desta forma a água cumprindo uma função dupla, mas que pela configuração do banheiro vigente, se apresenta como indistinta, de agente de limpeza na higiene do corpo e de transporte das fezes. São duas funções diferentes e somente na primeira delas o uso do prezado líquido parece indispensável. As críticas ecológicas sobre o uso intensivo de água geralmente esbarram nesta associação rígida entre as duas funções, na qual se confunde a água que limpa com a água que transporta, e se considera que esta última também cumpre um papel higiênico. Fato que induz a que o próprio uso da água como meio de transporte não seja discutido, e que a resposta ecológica se reduza a desenhar vasos sanitários mais eficientes, que usam menos água, água limpa, geralmente da mesma fonte da água potável disponível em casa. Reforçando ainda mais o aprisionamento tecnológico do sistema.

Além do conflito latente, a partir dos valores e funções atribuídos à água, um segundo fator de inadequação do sistema são os limites de escalabilidade e

⁵⁶ Quitzau, 2004, 3.

⁵⁷ Geels, 2005, 373.

⁵⁸ Horan, 1996, 104-105.

⁵⁹ Davison, 2001, 16-17.

⁶⁰ Lupton; Miller, 1992, 1-5.

⁶¹ Shove, 2003, 100.

⁶² Forty, 1986, 171.

⁶³ Lupton; Miller, 1992, 25-26.

⁶⁴ Lupton; Miller, 1992, 30.

⁶⁵ Illich, 1986, 65.

⁶⁶ Quitzau, 2004, 9.

adaptabilidade. Hoje, grande parte da infraestrutura de esgoto funciona muito além de sua vida útil, e precisará ser adaptada às condições futuras. Portanto, novas abordagens de design serão necessárias para reduzir o impacto da nova infraestrutura e otimizar a recuperação de água, materiais e energia⁶⁷. A adequação do atual sistema de saneamento está sendo desafiado em várias frentes, questionado pelo uso excessivo de produtos químicos e de energia nos processos de tratamento, pela baixa capacidade de recuperação de nutrientes e pelos custos crescentes de operação e manutenção, principalmente devido a redes envelhecidas e à demanda de tratamentos mais rigorosos⁶⁸. O anterior em um contexto global no qual a reabilitação e reutilização das águas residuais se apresenta como uma necessidade crescente e irrenunciável. Porém, o panorama que temos é o de uma parcela importante de água de rejeito sendo usada sem passar por uma intervenção prévia e projeções futuras sobre um aumento global de plantas de tratamento⁶⁹. Mas na situação concreta atual, o volume de água residual que é recuperada para ser reutilizada é muito modesto e com custos elevados para o usuário final⁷⁰.

O sistema herdado de um contexto ecológico, técnico e social diferente, deverá enfrentar desafios inéditos, como o aumento de desastres naturais, aos quais o sistema é particularmente vulnerável, e o esgotamento global do fornecimento de fertilizantes químicos⁷¹. O próprio sistema que, de alguma forma, foi considerado como o modelo a seguir, o esgoto londrino, teria atingido recentemente sua capacidade máxima de operação, requerendo a criação de um novo super esgoto (*super sewer*), para responder ao aumento da população da cidade⁷². O que irá requerer uma maior quantidade de água limpa, já que a intervenção projetada configura basicamente uma ampliação, mantendo os mesmos processos, valores e significados sobre a água e os recursos em geral. Outra novidade que aponta as limitações do sistema paradigmático de Londres é o impressionante fenômeno dos *fatbergs*, massas gigantescas de gordura calcificada junto com todo tipo de rejeitos “jogados fora” no esgoto que acabam entupindo, de forma recorrente, todo o sistema⁷³. Isso acontece, não só porque os

usuários são irresponsáveis, mas também porque eles agem de forma coerente com a lógica que fundou o sistema: a água corrente é capaz de limpar e levar embora o que nela se jogue (*out of sight out of mind*).

Desta forma, já que as fezes não são mais vistas como recursos, mas como resíduos que devem ser afastados e a água cumpre essa função, ali podemos jogar todas as substâncias que não desejamos mais em casa. Estando tudo misturado (a água do vaso, da pia e do chuveiro), não há alguma consciência sobre a distinção entre estes tipos de água e, visto que o próprio sistema não o estabelece, por que o usuário deveria fazê-lo? Junto com as fezes vão resíduos orgânicos de comidas, cosméticos, produtos químicos e uma infinidade de outros supostos resíduos que o sistema pode metabolizar cada vez menos⁷⁴, já que os tipos de poluentes presentes são muito variados e o sistema nem sempre conta com o tratamento específico necessário. É relativamente recente a descoberta de “componentes emergentes”, uma forma particular de substância poluente que chega nos esgotos e que é cada vez mais difícil e custoso eliminar⁷⁵. Os poluentes emergentes (EPs), também conhecidos como micropoluentes, se apresentam como um grande problema ao meio ambiente e à saúde humana. Nenhum dos métodos de eliminação de EPs é totalmente eficiente, pois não abrangem todos os poluentes identificados e nem sempre a sua implementação é prática ou sustentável⁷⁶. Apesar de que as tecnologias avançam rapidamente em desenvolver soluções para a eliminação destas substâncias, trata-se de um desafio ainda em aberto⁷⁷. Sem falar da presença já reconhecida de antibióticos que entram nos cursos de água, a partir do contato com o esgoto, e que criam potenciais riscos ainda não totalmente identificados, visto que as taxas de remoção das plantas de tratamento não chegam ao 100%, no caso dos antibióticos se aproxima ao 50%⁷⁸. Enfim, trata-se de situações novas, que sugerem problemas novos, que não podiam estar no radar de quem desenhou o sistema moderno nos seus primeiros anos⁷⁹.

Finalmente, mas não por último, temos a preocupação pelo exaurimento das fontes naturais para a produção de fertilizantes químicos, além das implicações que sua produção e transporte geram. Os alimentos são produzidos a partir de quantidades importantes de

⁶⁷ Roccaro; Santamaria; Vagliasindi, 2014, 454.

⁶⁸ Krantz, 2012, 104.

⁶⁹ Prats-Rico, 2016, 17-18.

⁷⁰ Villar-García, 2016, 71-73.

⁷¹ Penner, 2014, 268.

⁷² Harpin, 2023.

⁷³ Ibáñez, 2020, 376.

⁷⁴ Waltner-Toews, 2013.

⁷⁵ Deblonde; Cossu-Leguille; Hartermann, 2011.

⁷⁶ Arman et al., 2021, 20.

⁷⁷ Trapote-Jaume, 2016.

⁷⁸ Deblonde; Cossu-Leguille; Hartermann, 2011, 443-447.

⁷⁹ Uekötter, 2018.

energia e recursos, já que os nutrientes são extraídos dos solos e precisam ser substituídos. Essa substituição é realizada por meio fertilizantes produzidos com alto aporte energético⁸⁰. Fabricados a partir de minérios e outros precursores que não estão distribuídos de forma homogênea no planeta, os fertilizantes artificiais criam uma circulação anômala de recursos que induz importantes desequilíbrios. Fertilizantes a base de minérios são transportados de um canto do planeta para nutrir o solo na criação de gado, por exemplo, o qual vai gerar fertilizante natural que não vai ser usado como tal⁸¹. Em outras palavras, há um enorme deslocamento de recursos que vêm seus ciclos naturais truncados, sendo retirados de uma região e permanecendo ociosos, potencialmente poluindo, outras regiões. Outro exemplo é o desequilíbrio entre o fluxo de nutrientes entre o mar e a terra, gerado pelo consumo e gestão dos resíduos dos nossos processos metabólicos e que acabam introduzindo nutrientes demais num ambiente que não é mais capaz de processá-los⁸². Dependendo das características das águas receptoras, muitas estações de tratamento são necessárias para remover nitrogênio, fósforo ou ambos⁸³. Paradoxalmente, a presença excessiva de nutrientes vira um problema, pois estamos acumulando muitas fezes no lugar errado. Pelo contrário, o “velho” e “ultrapassado” método de utilizar as fezes de animais para fertilizar localmente os solos vizinhos, não implicava esses desequilíbrios e fechava o ciclo natural dos nutrientes.

Se as fezes humanas são hoje descartadas e afastadas, curiosamente, o uso de esterco de animais não-humanos na agricultura continua até hoje, provavelmente porque não se pensa que o fedor do estrume seja causante de doenças, e porque não se considera que as fezes desses animais possam ser “eliminadas” (*flushed away*) pelo vaso sanitário. Os seres humanos excretam, em média, quantidades suficientes de nitrogênio, fósforo e potássio como nutrientes necessários para cultivar os 230 kg de plantas que consomem anualmente⁸⁴. Trata-se de uma quantidade suficiente de nutrientes, produzido localmente, dispensando o uso e transporte de produtos químicos, mas que acabam no esgoto, sendo considerados rejeitos a serem eliminados. Tudo isso, apesar das fezes apresentar algumas vantagens energéticas e químicas excepcionais, pois a

quebra da molécula de nitrogênio é um trabalho árduo que requer muita energia e que as bactérias realizam dentro de suas próprias células à temperatura ambiente e à pressão atmosférica, já a tecnologia humana usa alta temperatura e pressão. Desta forma, o esterco animal é um material orgânico parcialmente digerido, tendo sido quebrado em compostos e moléculas menores, facilitando a ação dos micróbios. O estrume “compostado”, que os microrganismos modificaram, torna-se um fertilizante ótimo, já que as plantas não precisam esperar que os nutrientes fiquem disponíveis e suas raízes podem absorver-los de forma eficiente e simples.

Alternativas atualmente disponíveis

Parece claro que nenhum dos componentes do sistema convencional representa a solução mais avançada ou superior para o problema do descarte e gestão dos rejeitos sanitários humanos, trata-se, pelo contrário, de soluções funcionais para um determinado contexto. Também não estamos diante do resultado de um processo de desenvolvimento que seja convergente ou homogêneo, o que temos é o resultado do encontro de aprimoramentos de várias iniciativas concomitantes. Portanto, ao longo da história dos sistemas de saneamento modernos, no plural, encontramos ideias e artefatos que concorreram e disputaram com os protótipos que acabaram se impondo e se consolidando como a solução corrente. Ainda assim e, apesar do sistema convencional aparecer como solidamente incontestado no século XXI, a sua consolidação foi controversa no século XIX⁸⁵ e os debates sobre vários modelos de saneamento concorrentes se estenderam até bem começado o século XX⁸⁶. Os critérios e modos para definir tal prevalência foram, como frequentemente acontece, de natureza não necessariamente técnica, entrando em jogo interesses, valores culturalmente determinados e cálculos econômicos. As disputas entre a perspectiva técnica, as prioridades políticas e as necessidades da população, moldaram as características dos sistemas que acabaram sendo implementados, inclusive em localidades afastadas dos centros de desenvolvimento tecnológico, e onde da instalação desses sistemas era vista principalmente como uma forma de modernização da cidade⁸⁷, com modelos de gestão que apresentaram uma oscilação entre

⁸⁰ De Gisi; Petta; Wendland 2014, 1329.

⁸¹ Zeldovich, 2021, 73-82.

⁸² Zeldovich, 2021, 73-82.

⁸³ Lofrano; Brown, 2010, 5262.

⁸⁴ Ganiron, 2015, 84.

⁸⁵ Uekötter, 2018, 22.

⁸⁶ Penner, 2018, 267.

⁸⁷ Teixeira; Peixoto-Faria, 2013, 71-73.

a administração privada e pública do serviço⁸⁸. O fato de ter existido tecnologias efetivamente implementadas que foram funcionais durante longos períodos, demonstra a viabilidade de soluções alternativas⁸⁹ e denuncia o caráter de aprisionamento técnico do sistema convencional. Essas soluções não-prevalentes não se reduzem a relíquias da arqueologia das tecnologias ou a elos perdidos do desenvolvimento virtuoso dos sistemas de saneamento. Pelo contrário, trata-se de propostas eficientes e atuais, com um grau de implementação que é, porém, desanimador. Essas soluções, embora tecnicamente funcionais, não têm ganhado reconhecimento social e as que existem encontram-se em contextos isolados ou configuram experimentos de unidades habitacionais ecológicas⁹⁰.

Historicamente, a opção de retirar as fezes usando um mecanismo hidráulico que, posteriormente, as transporta e concentra em cursos de água maiores, naturais ou artificiais, foi só umas das possibilidades exploradas⁹¹. Antes da consolidação de uma tecnologia única, em um momento de disputa técnica, apareceram várias opções sem uso de água incentivadas pela premissa de manter intactos os nutrientes, ou pelas dificuldades da escassa difusão de sistemas de água encanada nos domicílios⁹². O princípio fundamental desta linha de desenvolvimento, a ausência de água, parece “reaparecer” hoje em soluções de banheiros secos que, apesar de serem funcionais e eficientes, e tão velhos quanto o “moderno” *flush toilet*, apresentam uma série de obstáculos para poder ser considerados como alternativas competitivas, ou sequer relevantes.

Os banheiros secos, como são conhecidos de forma genérica, sem entrar em uma distinção das diversas variantes e modelos disponíveis, têm se transformado, especialmente do ponto de vista de gestores públicos e do terceiro setor, em uma opção barata indicada para contextos de alta vulnerabilidade econômica e social⁹³. Não precisando estar conectados a um sistema maior, esses sistemas secos se caracterizam por serem soluções autônomas que dispensam a necessidade de uma infraestrutura abrangente e centralizada⁹⁴, o que implica em uma redução em custos e complexidade⁹⁵.

Esses sistemas são muitas vezes vistos pelos gestores de políticas públicas como a única chance que algumas populações carentes têm de aceder a um sistema de saneamento. É considerada uma opção simples, indicada para áreas rurais ou para as periferias das cidades, mas nunca como uma alternativa concreta ao sistema convencional⁹⁶. O qual inclusive é visto como uma tecnologia inadequada para essas populações mais vulneráveis, as quais precisariam de uma outra tecnologia mais benéfica e amigável⁹⁷.

Há toda uma série de manuais para a implementação desses sistemas que assumem como único contexto adequado regiões extremamente carentes, onde os problemas de saúde associados com a falta de sistemas de saneamento são graves, uma dificuldade a ser solucionada⁹⁸, e onde o nível de aceitação das comunidades às soluções propostas é uma barreira a ser superada⁹⁹. Isso, evidentemente, configura uma preocupação pertinente, mas reduz a alternativa seca a uma opção dentro de uma conjuntura socioeconômica específica. Se estaria resolvendo principalmente um problema ligado à pobreza e só indiretamente um problema sanitário, o qual aliás derivaria do primeiro. Essa perspectiva cria um espaço de implementação dos sistemas secos totalmente reduzido a contextos específicos e circunscritos, assumindo assim uma distinção que blinda o sistema convencional de qualquer criticismo. Isto é, não importa se há um sistema alternativo funcional, que inclusive está sendo implementado neste momento, o sistema convencional é o ideal, a menos que condições extremas impeçam que seja adotado.

Uma outra característica particular do desenvolvimento na implementação e experimentação com os sistemas secos é a sua difusão em ambientes rurais e desligados de redes tecnológicas abrangentes. Isto é, trata-se de artefatos isolados, que resolvem as necessidades de um determinado núcleo familiar ou pequenas comunidades. Nessa configuração específica, não se trata de uma novidade tecnológica em absoluto, já que temos muitos sistemas desse tipo disponíveis operando, dispensando a necessidade de estar ligados a um sistema centralizado, a uma infraestrutura maior¹⁰⁰. Em muitos contextos rurais ao redor do mundo se encontram essa classe de soluções que, aliás, tem resolvido durante

⁸⁸ Ruiz-Villaverde, 2013, 33.

⁸⁹ Quiñones, 2023, 183-185.

⁹⁰ Quitau, 2007, 351-352.

⁹¹ Quiñones, 2024, 33-36.

⁹² Black, 2008, 68-69.

⁹³ Zhuang; Dexin; Fangying, 2021.

⁹⁴ Devkota; Pandey; Maharjan 2020, 10-11.

⁹⁵ Paterson; Mara; Curtis, 2007, 901-902.

⁹⁶ Uddin et al., 2014, 32-33. Dreibelbis, 2013.

⁹⁷ Paterson; Mara; Curtis, 2007.

⁹⁸ Zhuang Dexin; Fangying, 2021. Lüthi et al., 2011. Tilley et al. 2008.

⁹⁹ Devkota; Pandey; Maharjan 2020, 14-15.

¹⁰⁰ Davison, 2001, 23-24.

séculos as exigências de tais lugares¹⁰¹. Soluções ótimas quando a densidade populacional é baixa e os usuários estão familiarizados com o manejo de fertilizantes de origem humana e, especialmente, com o benefício ecológico de não quebrar o ciclo dos nutrientes. Eles apresentam a dupla vantagem ecológica de não depender da água e permitir a possibilidade de produzir fertilizantes sem precursores químicos, o que se apresenta cada vez mais como uma exigência para uma agricultura sustentável no século XXI¹⁰². Sem falar do fato deles desafiarem abertamente a dependência de sistemas centralizados, baseados em grandes companhias de fornecimento que, como vimos, são consideradas indispensáveis possivelmente a partir do processo de dependência de trajetória do próprio sistema. As escolhas históricas de políticas públicas para universalizar os serviços de saneamento e difundir entre a população as infraestruturas de higiene, reputadas ótimas naquele momento, levaram a desprestigiar soluções autônomas. De qualquer forma, hoje em dia, esses sistemas alternativos não levam a colocar em discussão o sistema convencional. Nessa perspectiva, não se trata realmente de alternativas, mas de soluções para outros tipos de problemas, aqueles associados a contextos rurais ou de pobreza extrema.

Existem então sistemas alternativos, especialmente enquanto aos vasos sanitários, em fase de implementação e aprimoramento¹⁰³, que convivem com um sistema consolidado a partir do hábito de uso e que funciona há anos em um ambiente de estabilidade indiscutida, em um paradigma fechado que não concebe rupturas. Por esse motivo, os desenvolvimentos fora do padrão são interpretados como marginais e associados com problemas e necessidades pontuais, conjunturais. Tais sistemas secos têm demonstrado sua eficácia em contextos reduzidos e, evidentemente, devem afrontar o desafio de se provar capazes de protagonizar uma solução mais ampla, que se consolide como alternativa real ao sistema convencional universal, mas devemos lembrar que implementações coletivas de ordem urbano de sistemas sem uso de água já existiram e foram abandonadas¹⁰⁴. Portanto, o problema da massificação de sistemas secos se apresenta como um campo de pesquisa a ser explorado, nesse sentido, algumas

configurações do esquema vigente estão mudando e podem concorrer positivamente nessa empreitada. A preocupação ecológica enquanto ao uso dos recursos, a dificuldade de adaptação ao crescimento contínuo dos centros urbanos e o ressurgimento do papel dos rejeitos sanitários como nutrientes, são fatores que demonstram a relativa inadequação do sistema às mudanças em curso e abrem a possibilidade de desafiar o aprisionamento tecnológico do sistema convencional.

Conclusões

Assistimos à consolidação histórica de um modelo específico de sistema de saneamento que, embora tenha convivido com soluções alternativas concorrentes, é considerado atualmente como o padrão e continua se difundindo como uma espécie de sistema universal, embora não seja predominante em termos quantitativos e se reconheça a impossibilidade de implementá-lo de forma abrangente. Tal sistema convencional está fortemente marcado pelas escolhas técnicas que, no seu momento, moldaram-no, como a centralização em termos de infraestrutura e a dependência total da água como meio físico de transporte dos dejetos. Além disso, ele foi projetado em um momento do pensamento científico influenciado ainda pelos hábitos e medos associados à teoria dos miasmas, e em um contexto social em que os gestores de políticas públicas pensavam o urbanismo e a higiene a partir da prevenção de epidemias específicas, as quais estavam ligadas a condições de vida e saúde características das urbes industriais daquela época. Fatores todos eles que definiram o sistema e marcaram as discussões sobre os desenvolvimentos futuros, selando uma dependência de trajetória que acaba inviabilizando a consideração de alternativas técnicas, configurando assim um caso de aprisionamento tecnológico.

Diante dos indícios de uma inadequação crescente do sistema convencional com relação ao contexto sócio-técnico atual, abre-se a possibilidade de enxergá-lo em perspectiva histórica, enquadrando os condicionamentos que, na sua gênese, sustentam o aprisionamento tecnológico que dificulta a consideração de variantes técnicas como alternativas pertinentes. É importante mudar a interpretação da água como portadora de higiene e, ao mesmo tempo, meio ótimo de transporte de fezes, função associada com a necessidade de afastar estas substâncias, em parte herdeira do tempo da teoria dos miasmas. Seria frutífero separar conceitualmente o abastecimento de água da ideia geral saneamento

¹⁰¹ Quitzau, 2007, 353, 354.

¹⁰² De Gisi; Petta; Wendland, 2014, 1329.

¹⁰³ Werner et al., 2009.

¹⁰⁴ Roccaro; Santamaría; Vagliasindi, 2014, 442.

na agenda dos gestores públicos e no ideário dos usuários¹⁰⁵. É importante também reconhecer as limitações estruturais do sistema, derivadas da dependência concreta e conceitual da água como única alternativa funcional. Introduzir a discussão sobre a circulação e desequilíbrio de recursos, associado com o comércio de fertilizantes químicos, assim como sua dependência de fontes finitas, a partir da ressignificação das fezes como fontes sustentáveis de nutrientes¹⁰⁶. Considerar seriamente as alternativas permitiria enxergar de outra forma a água, não simplesmente como recurso finito e em risco, mas como matéria viva que segue ciclos vitais truncados pela poluição própria dos sistemas de saneamento e onde os métodos de tratamento não conseguem lhe restituir suas condições iniciais.

Em comparação com outras formas de uso de água, especialmente da indústria e da agricultura tecnificada, o impacto do desperdício desse líquido nos sistemas de saneamento parece desprezível, porém, rever as formas em que entendemos a água e sua presença na nossa cotidianidade, reconhecendo sua natureza para além de um recurso físico ou funcional, e entendendo a lógica de seus fluxos e funções biológicas, pode abrir as portas para interpretar de outras maneiras os recursos em geral. Isso permitiria talvez considerá-los como nutrientes que não tem por que seguir a lógica linear de se transformar necessariamente em rejeitos a ser, no máximo, reabilitados ou descartados de forma correta. Além disso, as alternativas em campo convidam a pensar na ampliação de soluções locais, autônomas, que independem de infraestruturas centralizadas de uso intensivo de capital as quais respondem a necessidades de controle e prevenção estatal que hoje não prevalecem.

Finalmente, é importante não pretender mudar a lógica de “one size fit all” do sistema atual por outra do mesmo tipo, onde todos os banheiros devem então ser exclusivamente secos. As escolhas devem seguir critérios de implementação a partir da ideia de adequação sócio-técnica e levar sempre em consideração o contexto. Em qualquer caso, uma eventual mudança ou reinterpretação do sistema convencional faz necessário discutir a responsabilização do usuário e abre a possibilidade de considerar a descentralização dos serviços públicos e privados associados, os quais fazem parte da dependência de trajetória mencionada acima. É importante lembrar que o texto pretendeu focar nas formas

em que o sistema convencional se consolidou, sistema esse que surgiu no mundo industrializado e se difundiu globalmente, por isso o interesse em perspectivas que têm refletido sobre o fenômeno desde essa perspectiva geográfica e histórica. Mas é também importante lembrar que nos países em desenvolvimento, especificamente no Brasil, uma imensa parcela da população não tem acesso ao sistema convencional e, muitas vezes, a nenhuma outra solução. Tal fato, apesar de ser uma situação problemática, pode, pelo contrário, ser visto como uma oportunidade. Na ausência do custoso e relativamente inadequado sistema convencional, é possível ver essa carência como uma possibilidade de experimentar com alternativas de menor impacto ecológico e que se baseiam em uma lógica diferente com relação aos recursos em geral e a água em particular.

Agradecimentos

Parte dos resultados do presente trabalho surge a partir do estágio pós-doutoral realizado em 2022 na Universidade de Padova, no núcleo de pesquisa PaSTIS (Padova Science, Technology and Innovation Studies), coordenado pelo prof. Federico Neresini, e que recebeu apoio financeiro do programa Mobilidade Confap Itália 2019 MCI por meio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF).

Referências

- Arman, Nor Zaiha; Salmiati, Salmiati; Aris, Azmi; Salim, Mohd Razman; Nazifa, Tasnia Hassan; Muhamad, Mimi Suliza; Marpongahtun, Marpongahtun. 2021: A Review on Emerging Pollutants in the Water Environment: Existences, Health Effects and Treatment Processes. *Water*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/w13223258>
- Black, Maggie. 2008: The experience of the first sanitary revolution: Are there lessons for today's global sanitation crisis? *Waterlines*, 27(1), 62-70. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.2008.006>
- Black, Maggie; Fawcett, Ben. 2008: *The Last Taboo: Opening the Door on the Global Sanitation Crisis*. London (United Kingdom), Earthscan.
- Burton, Jasmine; Patel, Devika; Landry, Grace; Anderson, Sarah M; Rary, Emma. 2021: Failure of the “Gold Standard: The Role of a Mixed Methods Research Toolkit and Human-Centered Design in Transformative WASH. *Environ Health Insights*. 15. <https://doi.org/10.1177/11786302211018391>
- Canaday, Chris. 2018: Why wet sanitation is washed up, while dry is high and dry. *Inodoroseco*. <http://inodoroseco.blogspot.com/>

¹⁰⁵ Black; Fawcett, 2008, 7-8.

¹⁰⁶ Werner et al., 2009, 394-397.

- Cosgrove, John Joseph.** 1909: *History of sanitation*. Pittsburgh (United States), Standard sanitary mfg. Co.
- Davison, Karen.** 2001: *The sit-down flush toilet revisited*, master's thesis, University of Calgary, Calgary (Canada).
- De Decker, Kris.** 2010: Recycling animal and human dung is the key to sustainable farming. *Low-Tech Magazine*. <https://www.lowtechmagazine.com/2010/09/recycling-animal-and-human-dung-is-the-key-to-sustainable-farming.html>
- De Gisi, Sabino; Petta, Luigi; Wendland, Claudia.** 2014: History and Technology of Terra Preta Sanitation. *Sustainability*, 6(3), 1328-1345. <https://doi.org/10.3390/su6031328>
- Deblonde, Tiphane; Cossu-Leguille, Carol; Hartermann, Philippe.** 2011: Emerging pollutants in wastewater: a review of the literature. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 442-448, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2011.08.002>
- Devkota, Govinda Prasad; Pandey, Manoj; Maharjan, Shyam Krishna.** 2020: "Urine Diversion Dry Toilet: A Narrative Review on Gaps and Problems and its Transformation". *European Journal of Behavioral Sciences*, 2(3), 10–19. <https://doi.org/10.33422/ejbs.v2i3.151>
- Dingle, Tony.** 2008: The Life and Times of the Chadwickian Solution, in Troy, Patrick (Ed.), *Troubled Waters: Confronting the Water Crisis in Australia's Cities*. Canberra (Australia), ANU Press. <http://doi.org/10.22459/TW.06.2008>
- Dreibelbis, Robert; Winch, Peter J; Leontsini, Elli; Hulland, Kristyna RS; Ram, Pavani K; Unicomb, Leanne; Luby, Stephen P.** 2013: The Integrated Behavioural Model for Water, Sanitation, and Hygiene: a systematic review of behavioural models and a framework for designing and evaluating behaviour change interventions in infrastructure-restricted settings. *BMC Public Health*. 13, 1015. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1015>
- Forty, Adrian.** 1986: *Objects of Desire, Design and Society 1750-1980*. London (United Kingdom), Thames and Hudson.
- Ganiron, Tomas.** 2015: Measuring Levels of End-Users' Acceptance and Use of UDDT. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, (8)77-88. <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.3.07>
- Gastelaars, Marja.** 1996: The water closet: Public and private meanings. *Science as Culture*, 5(4), 483-505. <https://doi.org/10.1080/09505439609526444>
- Geels, Frank.** 2005: Co-evolution of technology and society: The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850–1930) a case study in multi-level perspective. *Technology in Society*, 27(3), 363-397. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.008>
- Harpin, Danny.** 30 de junio 2023: Thames Water crisis 'will not derail' opening of London's new super sewer. *My London News*. <https://www.mylondon.news/news/thames-water-crisis-will-not-27228192>
- Horan, L. Julie.** 1996: *The Porcelain God: A Social History of the Toilet*. New Jersey (United States), Carol Pub Group.
- Hoy, Suellen.** 1995: *Chasing Dirt: The American Pursuit of Cleanliness*. New York (United States), Oxford University Press.
- Ibañez, Martin Rebeca.** 2020: "El monstruo de las toallitas": relación material en el Antropoceno. *Política y Sociedad*, 57(2), 375-393. <https://doi.org/10.5209/poso.66449>
- Illich, Ivan.** 1986: *H2O and the Waters of Forgetfulness*. New York (United States), Marion Boyars.
- Kira, Alexander.** 1976: *The Bathroom*. New York (United States), Viking Press.
- Körner, Wolfgang; Spengler, Peter; Bolz, Ulrike; Schuller Winfried; Hanf, Volker; Metzger, Jörg W.** 2001: Substances with estrogenic activity in effluents of sewage treatment plants in southwestern Germany. Biological analysis. *Environmental toxicology and chemistry*, 20(10), 2142-2151. <https://doi.org/10.1002/etc.5620201002>
- Krantz, Helena.** 2012: Water Systems Meeting Everyday Life: A Conceptual Model of Household Use of Urban Water and Sanitation Systems. *Public Works Management & Policy*, 17(1), 103-119. <https://doi.org/10.1177/1087724X11415285>
- Latour, Bruno.** 1988: *The Pasteurization of France*. Cambridge (United Kingdom), Harvard University Press.
- Lofrano, Giusy; Brown, Jeanette.** 2010: Wastewater management through the ages: A history of mankind. *The Science of the Total Environment*, 408(22), 5254-5264. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.07.062>
- Lupton, Ellen; Miller, Abott.** 1992: *The Bathroom, the Kitchen, and the Aesthetics of Waste: A Process of Elimination*. Princeton (United Kingdom), Architectural Press and List Visual Arts Center.
- Lüthi, Christoph; Morel, Antoine; Tilley, Elizabeth; Ulrich, Lukas.** 2011: *Community-Led Urban environmental sanitation planning: CLUES - Complete guidelines for decision-makers with 30 tools*. Zurich (Switzerland), Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology (EAWAG).
- Melosi, Martin.** 2000: *The Sanitary City: Urban Infrastructure in America from Colonial Times to the Present*. Baltimore (United States), Johns Hopkins University Press.
- Melosi, Martin V.** 2005: Path Dependence and Urban History: Is a Marriage Possible? en Schott, Dieter; Luckin, Bill; Massard-Guilbaud, Geneviève. (Eds.), *Resources of the City: Contributions to an Environmental History of Modern Europe*. Hampshire (England), Ashgate, 262-275.
- Paterson, Charlotte; Mara, Duncan; Curtis, Tom.** 2007: Pro-poor sanitation technologies. *Geoforum*, 38(5), 901-907. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.08.006>
- Penner, Barbara.** 2014: The Prince's water closet: sewer gas and the city. *The Journal of Architecture*, 19(2), 249-271. <https://doi.org/10.1080/13602365.2014.908589>

- Prats-Rico, Daniel.** 2016: La reutilización de aguas depuradas regeneradas a escala mundial: análisis y perspectivas. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 8, 10-21. <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3292>.
- Quiñones, Yago.** 2023: El sistema de saneamiento convencional y la escasez global de agua. Uso irracional de los recursos versus sistemas secos y circulares. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 18, 173-194. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-403>
- Quiñones, Yago.** 2024: A água no sistema de saneamento convencional. o processo histórico de consolidação de uma solução atualmente inadequada. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 17, 23-45. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v17i1.966>
- Quitau, Maj-Britt.** 2004: Changing ideas of bodily cleanliness, en *Urban Infrastructure in Transition: What can we learn from history?*, 6th International Summer Academy on Technology Studies, Deutschlandsberg (Austria), 5 mayo 2004.
- Quitau, Maj-Britt.** 2007: Water-flushing toilets: Systemic development and path-dependent characteristics and their bearing on technological alternatives. *Technology in Society*, 29(3), 351-360. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.04.005>
- Roccaro, Paolo; Santamaria, Antonella; Vagliasindi, Federico.** 2014: Historical development of sanitation from the 19th century to nowadays: Centralized vs decentralized wastewater management systems, en Angelakis, Andreas; Rose Joan. B. (Orgs.), *Evolution of Sanitation and Wastewater Technologies through the Centuries*. London (United Kingdom), IWA Publishing, 437-456.
- Rodriguez, U-Primo; Hutton, Guy; Boatman, Alan.** 2013: *Water and Sanitation Program (WSP), USA. Economic assessment of sanitation interventions in Lao PDR*. Jakarta (Indonesia), World Bank, Water and Sanitation Program.
- Ruiz-Villaverde, Alberto.** 2013: Reflexiones sobre la gestión de los servicios urbanos del agua: Un recorrido histórico del caso español. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 1, 31-39. <https://doi.org/10.17561/at.v1i1.1031>.
- Shove, Elizabeth.** 2003: *Comfort, cleanliness and convenience: The social organization of normality*. Oxford (United Kingdom), Berg Publishers.
- Tarr, Joel A.** 1996: *The Search for the Ultimate Sink: Urban Pollution in Historical Perspective*. Akron (United States), The University of Akron Press.
- Teixeira, Simonne; Peixoto-Faria, Teresa de J.** 2013: Saber científico y poder instituido como campo de disputas en el proceso de instalación y gestión del agua en Campos dos Goytacazes: El legado de la Compañía The Campos Syndicate Limited. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 1, 65-75. <https://doi.org/10.17561/at.v1i1.1036>
- Tilley, Elizabeth; Ulrich, Lukas; Lüthi, Christoph; Reymond, Philippe; Zurbrugg, Christian.** 2008: *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. Dübendorf (Switzerland), WSSCC; Water Supply and Sanitation Collaborative Council.
- Trapote-Jaume, Arturo.** 2016: Tecnologías de depuración y reutilización: nuevos enfoques. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 8, 48-60. <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3295>
- Tynan, Nicola.** 2013: Nineteenth century London water supply: Processes of innovation and improvement. *The Review of Austrian Economics*, 26(1), 73-91. <https://doi.org/10.1007/s11138-012-0182-8>
- Uddin, Sayed Mohammad Nazim; Muhandiki, Victor S.; Sakai, Akira; Al Mamun, Abdullah; Hridi, Sanjida Marium.** 2014: Socio-cultural acceptance of appropriate technology: Identifying and prioritizing barriers for widespread use of the urine diversion toilets in rural Muslim communities of Bangladesh. *Technology in Society*, 38, 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2014.02.002>
- Uekötter, Frank.** 2018: The Power of the Water System: Towards a Global History of the Water Closet. *UrbanScope*. 9, 21-29.
- Villar-García, Alberto del.** 2016: Reutilización de aguas regeneradas: aproximación a los costes de producción y valoración de su uso. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 8, 70-79. <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3297>
- Waltner-Toews, David.** 2013: *The Origin of Feces: What Excrement Tells Us About Evolution, Ecology, and a Sustainable Society*. Toronto (Canada), ECW Press.
- Werner, Christine; Panesar, Arne; Rüd, Sören; Olt, C.U.** 2009: Ecological sanitation: Principles, technologies and project examples for sustainable wastewater and excreta management. *Desalination*, 248(1-3), 392-401. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.080>
- WHO, UNICEF.** 2000: *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*. (United States), WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Wright, Lawrence.** 1960: *Clean and decent: the fascinating history of the bathroom & the water closet and of sundry habits, fashions & accessories of the toilet principally in Great Britain, France, & America*. London (United Kingdom), Routledge & Kegan Paul.
- Zeldovich, Linda.** 2021: *The Other Dark Matter: The Science and Business of Turning Waste into Wealth and Health*. Chicago (United States), The University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226814223.001.0001>
- Zhuang, Xianquan; Dexin, Fang; Fangying, Ji.** 2021: Beyond Technology: A Program for Promoting Urine-diverting Dry Toilets in Rural Areas to Support Sustainability. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 4, 789-796. <https://doi.org/10.1039/D0EW00994F>