



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS: captação, tratamento e utilização por cidades sustentáveis e resilientes

Diogo Danilo de Almeida Pereira

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá

Ana Lídia da Silva Cascales Corrêa

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá

Daiane Maria de Genaro Chirolí

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Estadual de Maringá
Coordenação do Curso Superior de Engenharia Têxtil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: Esta pesquisa versa sobre o aproveitamento de águas pluviais, considerando-o como possibilidade para as cidades sustentáveis no que se refere à norma ISO 37.123. Partindo da necessidade de mitigar desastres naturais relacionados ao ciclo hídrico e também de captar água que auxilie no controle da crise hídrica e de acesso à água por parte da população, objetiva-se identificar quais as possibilidades de implementação dessa norma no que se refere à captação e reutilização de águas pluviais. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, buscando artigos e teses relevantes publicadas a partir de 2017 na CAPES, SciELO e Google Scholar. Os resultados apontam que os usos não potáveis são uma alternativa com grande potencial, pois a água pluvial pode ser captada por diferentes formas, em espaços públicos, vias e residências e ser direcionada para o uso. Apresenta-se a Norma ISO 37.123, que especifica o que são cidades sustentáveis e resilientes, sendo esta a capacidade de mitigar efeitos de um desastre natural. Dando foco aos fenômenos hidrológicos citados na norma, conceitua-se o que são as cidades resilientes e são apresentadas alternativas para diminuir os riscos de inundação e alagamento, implementação de bairros planejados e o retrofit urbano.

Palavras-chave: água da chuva, cidades resilientes, cidades inteligentes, Engenharia urbana, ISO 37.123.

RAINWATER USE: Capture, treatment and use by sustainable and resilient cities

Abstract: This research deals with the use of stormwater, considering it as a possibility for sustainable cities with regard to the ISO 37.123 standard. Based on the need to mitigate natural disasters related to the water cycle, and also advance access to water for the population, the objective is to identify the possibilities for implementing this standard with regard to the capture and reuse of stormwater. The methodology used was the literature review, seeking relevant articles and theses published from 2017 onwards in CAPES, SciELO and Google Scholar. The results show that non-potable uses are an alternative with great potential, as rainwater can be captured in different ways, in public spaces, roads and homes, and be directed to use. Standard ISO 37.123 is presented, which specifies what sustainable and resilient cities are, which is the capacity to mitigate the effects

of a natural disaster. Focusing on the hydrological phenomena mentioned in the standard, resilient cities are conceptualized and alternatives are presented to reduce the risks of flooding and flooding, implementation of planned neighborhoods and urban retrofit.

Keywords: stormwater, resilient cities, smart cities, Urban Engineering, ISO 37.123.

1. Introdução

Os seres vivos têm ampla dependência de água, o recurso natural que recobre cerca de 71% da superfície do planeta e que também está presente na composição de todos os seres – por exemplo, nos seres humanos, que igualmente possuem cerca de 70% do seu corpo composto por água. Sendo um elemento vital à biosfera, o uso de água é um dos principais problemas modernos, pois a sociedade e a ciência buscam formas de amenizar os impactos do uso e de preservar esse recurso, especialmente porque, mesmo com um volume de 1386 milhões de quilômetros cúbicos, há limitações nas condições naturais do planeta, devido às águas marinhas impróprias para o consumo, geleiras e águas inacessíveis; sendo que apenas 0,3% desse volume total está disponível para o consumo humano e animal (Brasil, 2019).

Desde a década de 1980, o consumo de água tem aumentado significativamente devido tanto ao aumento populacional quanto às mudanças nos padrões de consumo, o que compromete ainda mais a disponibilidade desse recurso (Unicef, 2019). Soma-se a isso as questões de poluição e a má qualidade dessa água. Rodrigues e Araújo (2019) explicam que, associado ao aumento populacional, tem-se uma sobrecarga no uso de recursos naturais, contaminação dos corpos hídricos devido à efluentes industriais e domésticos, além dos impactos no uso do solo e no ciclo hidrológico.

Os problemas citados comprometem a qualidade da água e também a eficiência do seu abastecimento (Rodrigues e Araújo, 2020). De acordo com a Unicef (2019), aproximadamente 29% da população mundial não possui acesso adequado à água, o que inclui quantidade e qualidade inferiores ao necessário. Segundo a Portaria n. 888 (Brasil, 2021), para que a água seja considerada potável ou “própria para consumo humano”, deve possuir valores específicos na composição física, química e biológica; sendo que cada país tem liberdade para estabelecer os próprios parâmetros, desde que responda à qualidade mínima exigida pelos órgãos de controle nacionais no que se refere à turbidez (propriedade de absorção e reflexão da luz), partículas em suspensão, cor aparente (incolor a olho nu), presença de microorganismos controlados, ausência de bactérias ou patógenos, cloro livre (para desinfecção), e potencial hidrogeniônico (pH neutro ou concentração específica de íons H⁺).

De acordo com Wang e Zimmerman (2015), as águas pluviais podem ser drenadas ou captadas por fontes públicas ou ainda por mecanismos particulares instalados nas edificações, de forma que basta o tratamento adequado para que estejam apropriadas para o uso, o que geralmente significa a instalação de um filtro e desinfecção, levando em consideração a análise das características da precipitação para indicação do tratamento necessário. Os benefícios dessa utilização incluem a diminuição do consumo de fontes de água natural, conservação de rios, lagos e lençóis freáticos, redução dos gastos de tratamento e distribuição, diminuição do uso da rede pública, redução do desperdício com transporte, e ampliação do fornecimento.

Nos grandes centros urbanos, a utilização de água pluvial aparece como alternativa de abastecimento para usos não potáveis, como na descarga dos vasos sanitários e higienização ou lavagem de carros, calçadas e roupas, além da captação para irrigação de jardins. Já nas áreas mais afastadas das centrais de distribuição, a coleta de água pluvial pode garantir abastecimento sobretudo nos períodos de escassez e seca (Dalsenter, 2016).

Além disso, o tratamento e a drenagem das águas pluviais podem contribuir para a redução de inundações e alagamentos, pois promove alívio na erosão do solo que é causada pelo escoamento superficial ou pela inexistência de solos permeáveis (Sewnet, 2020). Tasca et al. (2017) explicam que as águas pluviais geram efeitos sobre os sistemas de drenagem e podem causar desastres naturais que prejudicam a vida humana, gerando perdas humanas, ambientais e econômicas.

Em 2010 o Brasil aderiu à campanha de Cidades Resilientes da Organização das Nações Unidas (ONU), e em 2019 aceitou a norma ISO 37.123, que fala sobre a mitigação de desastres naturais. A inscrição nessa campanha implica no compromisso de investir na resiliência, definindo prioridades e ações para a gestão do risco de desastres, primeiro na percepção desses riscos, ampliação do nível de conscientização de gestores e da sociedade civil, e então mitigação e resposta a esses desastres (SGARBI, 2020).

A resiliência surge em um contexto de aumento das mudanças climáticas, as quais geram impactos ambientais e sociais. Nesse contexto, uma cidade resiliente é aquela que responde e implementa estratégias e soluções para mitigar os desastres ambientais, reduz o risco desses desastres e promove desenvolvimento social, ambiental e econômico (SGARBI, 2020).

Muniz (2020) conceitua o que se define por cidade inteligente como a “[...] apropriação das tecnologias em prol de um ideal urbanístico que agregue boa qualidade de vida, comunicação e gestão eficiente dos serviços e espaços públicos, e proteção ao meio ambiente” (p.58). Já o conceito de cidade resiliente abrange “a prontidão para e capacidade de recuperação de choques e estresses” (REIS, 2020, p. 80), sendo estas (resiliência e inteligência) as características desejáveis para as cidades sustentáveis.

Uma cidade sustentável se define por ser uma cidade inteligente, ou seja, que seja inclusiva, baseada em tecnologias e resiliente, que tenha uma infraestrutura adequada para melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes ao mesmo tempo em que preserva recursos para o futuro, desenvolvendo soluções de longo prazo (REIS, 2020).

O objetivo desse trabalho é identificar, na literatura científica disponível, as possibilidades de implementação da norma 37.123 sobre cidades resilientes no que se refere à captação, aproveitamento e utilização das águas pluviais.

2. Materiais e métodos

Trata-se de uma revisão bibliográfica com caráter exploratório, pois visa identificar a literatura científica que versa sobre o tema, sistematizando as informações no que se refere às pesquisas já realizadas, principais conclusões, aplicações e lacunas no estudo da temática. Para Oliveira (2011), a pesquisa bibliográfica permite organizar a visão de diferentes autores; sendo que para este estudo foram escolhidos especialmente os brasileiros e que desenvolveram suas pesquisas posteriormente a 2017 em arquivos públicos acessíveis pelas plataformas de periódicos da CAPES, SciELO e Google Scholar.

Os resultados obtidos foram analisados de maneira qualitativa, o que significa uma preocupação com o aprofundamento das compreensões e dos temas citados. A pesquisa qualitativa preocupa-se com dados não quantificáveis, isto é, na explicação da dinâmica das relações de causa e efeito, com o universo dos significados, valores e processos (OLIVEIRA, 2011).

Associado aos descritores: aproveitamento de águas pluviais, norma ISO 37.123, utilização de água pluvial e cidades resilientes, foram encontradas cinco publicações em língua portuguesa (MARTINS, 2020; MUNIZ, 2020; NEGREIROS, 2018; REIS, 2020; SGARBI, 2020), todas desenvolvidas no âmbito de Universidades e posteriormente a 2018, o que

pode indicar previamente que se trata de um tema recente. Quanto ao tratamento e utilização das águas pluviais no contexto das cidades resilientes, foram obtidos mais resultados, filtrados pelos critérios de atualidade da publicação (posterior a 2017), em língua portuguesa e no contexto brasileiro, dos quais optou-se por abordar dois artigos que tratam sobre o planejamento urbano (PINHEIRO, 2020; SANTOS, BARBASSA, VASCONCELOS, 2020) e quatro que abordam o aproveitamento de águas pluviais em contextos variados (ANDRADE, 2021; BONA, 2020; GAITÁN, 2018; SCHULZE, 2020).

Cabe citar que Martins (2020) e Muniz (2020) escrevem suas dissertações na área de Arquitetura e Urbanismo, de forma que focalizam o ordenamento do território no que se refere ao desenho urbano e à expansão das cidades. Reis (2020) desenvolve uma monografia na área de Engenharia de Produção, para a qual analisa a cidade de Santos-SP e propõe indicadores a serem considerados na resiliência das cidades, de maneira semelhante ao que Negreiros (2018) e Sgarbi (2020) propuseram em seus doutoramentos na área de Engenharia Urbana, analisando, respectivamente, bairros de Sorocaba-SP e o Butantã-SP. O planejamento urbano aparece ainda nos artigos de Pinheiro (2020), Santos, Barbassa e Vasconcelos (2020), sendo que todos estes estudos citam a drenagem como potencial para captação e designação das águas pluviais e como redutor dos riscos de inundação.

Quanto à tratamento e utilização, ganham destaque as dissertações de Andrade (2021) e Schulze (2020), que estudam soluções para aproveitamento de águas pluviais, respectivamente, em um pavilhão municipal de Bragança e em um pavilhão industrial; de Bona (2020), sobre o aproveitamento para fins não potáveis em um edifício residencial; e de Gaitán (2018) sobre captação e tratamento de água pluvial para uso em estabelecimentos hospitalares.

Percebe-se que se trata de um tema bastante atual e que responde às demandas ambientais e sociais para contenção das mudanças climáticas e dos desastres naturais que foram intensificados pela exploração ambiental. Os prejuízos ambientais e perdas econômicas e humanas têm justificado pesquisas na área das Engenharias e também em Arquitetura e Urbanismo, Administração, Ciências, entre outras.

3. Norma ISO 37.123

A norma ISO 37.123 fala especificamente sobre as comunidades e cidades sustentáveis no que se refere à sua resiliência, ou seja, sua capacidade de se recuperar de desastres, apresentando 68 indicadores para as chamadas cidades resilientes. Essa norma explica ainda que uma cidade resiliente é aquela que resiste, absorve, acomoda, se adapta, se transforma e se recupera dos efeitos de um desastre natural ou de um choque de maneira eficiente e em tempo hábil (ISO, 2019). Cabe citar que os desastres naturais são aqueles que decorrem da interação das sociedades humanas com os fenômenos da natureza, como as chuvas (TASCA et al., 2017), e que são geralmente estudados após alguma catástrofe, como um tsunami ou um alagamento de grandes proporções (SGARBI, 2020).

São abordados os indicadores essenciais, que devem ser seguidos, e os de apoio, que podem ou não ser implementados, divididos em dimensões que abrangem múltiplas condições sociais, econômicas e governamentais, meio ambiente e planejamento (SGARBI, 2020). Há indicadores para economia (7), educação (4), energia (3), meio ambiente e mudanças climáticas (9), finanças (7), governança (8), saúde (4), moradia (6), população e condições sociais (5), segurança (4), resíduos sólidos (1), telecomunicações (1), transporte (1), agricultura local/urbana e segurança alimentar (1), planejamento urbano (6) e água (2), totalizando 66 indicadores e sem especificar seções para desperdício de

água, recreação e esporte e cultura, pois estes já constam na norma ISO 37.120 (ISO, 2019).

Quando aplicados, esses indicadores resultam em um número entre 0% e 100%, os quais servem como dados de monitoramento para prever os impactos dos desastres naturais e quais aspectos precisam ser revisados ou receber mais investimentos e melhorias (SGARBI, 2020).

De maneira resumida, o que a ISO 37.123 propõe é a materialização das cidades resilientes como forma de existir das cidades inteligentes, em cumprimento com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e em cooperação entre as diferentes nações,

Partindo do princípio da necessidade do resgate ecológico e regeneração urbanística, segue por entre o desenvolvimento fundiário e integração da urbanização e da industrialização, percorre a questão das cidades habitáveis e edifícios saudáveis, enfrenta o problema da proteção ambiental e reciclagem de recursos e acaba na inclusão social e promoção cultural (MARTINS, 2020, p. 120).

Reis (2020) entende que a norma é um indicador que norteia como as cidades inteligentes devem ser construídas, pois fornecem estatísticas e informações de identificação das regiões. Porém, Muniz (2020) diz ser uma norma desconexa e pouco desenvolvida na sociedade brasileira, embora o conceito de “cidades resilientes” ou “cidades inteligentes” já tenha sido apropriado pelo mercado imobiliário e de tecnologia para propor alternativas ao planejamento territorial, em especial nos novos bairros.

Essa norma foi pensada devido às reflexões sobre Desenvolvimento Sustentável e na tentativa de minimizar os impactos e causados por desastres naturais, como prejuízos financeiros e estruturais e perdas humanas. Os desastres naturais incluem riscos biológicos, climatológicos, extretreiros, geofísicos, hidrológicos e meteorológicos (TASCA et al., 2017). Nos últimos 20 anos, o Brasil gastou mais de 200 bilhões de reais para corrigir desastres como inundações e alagamentos (SGARBI, 2020), que inserem-se nos desastres hidrológicos porque estão relacionados aos ciclos da água, como a alta densidade de chuvas e baixa permeabilização do solo, assoreamento ou elevação dos rios ou outros fenômenos relacionados à água (SEWNET, 2020).

Nesta pesquisa, interessa mais especificamente os fenômenos hidrológicos, que referem-se à ISO 37.123 no identificador 8 Meio Ambiente e mudanças climáticas, 9 Finanças, 21 Planejamento Urbano e 23 Água. Identifica-se a correlação com os pontos 8.4 (Frequência anual dos eventos de tempestades extremas), 8.7 (Frequência anual de eventos de enchentes), 9.2 (Despesas anuais com atualização e manutenção de infraestrutura de águas pluviais como porcentagem do orçamento total da cidade), 22.2 (Áreas e espaços públicos permeáveis e pavimentos construídos com materiais porosos e drenantes como porcentagem da área territorial da cidade), 23.1 (Números de fontes diferentes que fornecem pelo menos 5% da capacidade total de abastecimento de água) e 23.2 (Porcentagem da população da cidade que pode ser abastecida de água potável por métodos alternativos por 72 horas).

4. Resultados e discussão: cidades resilientes e o aproveitamento da água pluvial

As cidades e comunidades sustentáveis fazem parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e implicam em: transição digital, robustez urbana, infraestruturas sustentáveis e espaço público inclusivo. Martins (2020), ao fazer uma revisão histórica sobre o urbanismo e o planejamento do território urbano desde o século XVII, explica que o século XXI representa uma revolução urbanística porque a globalização e os pactos ambientais fizeram os países revitalizarem e reorganizarem suas cidades.

Especificamente quanto à água, Martins (2020) dedica poucos comentários, mas explica que é necessário melhorar e otimizar as infraestruturas de coleta e distribuição de água, implementar drenagem predial das águas residuais domésticas e pluviais, e definir traçados viários que incluam características de permeabilidade e drenagem de águas pluviais.

Sgarbi (2020) entende que as águas da chuva configuram um potencial desastre natural, de forma que sua ameaça pode ser reduzida por meio da instalação de infraestruturas como: diques e quebra-mar, barreiras ou bacias para inundações, drenos pluviais, tanques de contenção e canais para as águas, bueiros e ampliação das bacias hidrográficas.

Além disso, o indicador 21.2 da ISO 37.123 fala sobre “áreas e espaços públicos permeáveis e pavimentos construídos com materiais porosos e drenantes como porcentagem da área territorial da cidade” (ISO, 2019, n.p.), o que significa que as cidades inteligentes/resilientes são aquelas que instalam materiais porosos ou drenantes em seus pavimentos para permitir que a água das superfícies se infiltrem abaixo do solo e lá sejam armazenadas, o que reduz o risco de inundações ou pelo menos ameniza seus impactos (SGARBI, 2020).

As medidas de redução de riscos englobam, mas não se limitam a, obras de proteção. O termo infraestrutura de proteção deve referir-se às estruturas físicas e amortecedores naturais que minimizam os impactos físicos, humanitários e econômicos das ameaças (por exemplo, diques e barreiras contra inundações; bacias de inundação; quebra-mar; drenos pluviais e tanques de contenção de águas pluviais; zonas úmidas e manguezais; e recursos de absorção de choques instalados na infraestrutura para lidar com terremotos (SGARBI, 2020, p. 137).

Enquanto Martins (2020) e Sgarbi (2020) falam de maneira geral sobre as possibilidades e indicadores para cidades inteligentes/resilientes, Muniz (2020) focaliza a implementação das inovações tecnológicas e sustentáveis em bairros planejados, e defende que o novo modelo de urbanização deve ser pensado para o desenvolvimento inteligente em escala local. Sewnet (2020) explica que é possível realizar o monitoramento do volume de precipitações em tempo real, de forma que a água recebida deve ser canalizada e redistribuída para evitar cheias e inundações.

A utilização da água pluvial aparece como critério relacionado à eficiência do uso de recursos naturais, que implica na utilização de tecnologias inovadoras para reutilização desse recurso. Ao mesmo tempo, Muniz (2020) defende que a reutilização de água da chuva é um elemento meramente projetual, ou seja, que aparece nos projetos dos novos bairros e grandes prédios, mas que ainda não tem valor de uso, pois na prática e no dia a dia acaba sendo esquecido em favor de alternativas mais cômodas ou mais baratas a curto prazo.

Para tentar romper com esse modelo, Negreiros (2018) aborda o retrofit urbano, que consiste em “um conjunto de intervenções urbanas” para adequar o espaço, solucionar demandas atuais e atingir a sustentabilidade para o futuro. Trata-se de uma transição, portanto, deve mensurar indicadores e implementar tecnologias em agrupamentos urbanos e edificações já existentes. A autora aplica seu estudo na área de Sorocaba-SP e focaliza aspectos como a redução da mortalidade infantil e dos acidentes de trânsito, aumento no atendimento de coleta de lixo e esgoto, e melhoria no abastecimento de água potável, porém, não cita como prioridade o uso da água pluvial.

Reis (2020) parece explicar essa limitação ao dizer que as normas de sustentabilidade são limitadas e individualizadas, ou seja, não dão indicações precisas de valores, mas valores genéricos do que se deve medir e de como fazê-lo. Logo, priorizam-se marcadores individuais de transporte, energia, meio ambiente e negócios, e cada local pode implementar o que julga pertinente de acordo com a avaliação de sua realidade.

A água aparece como indicador a ser observado para poder determinar se uma cidade é ou não sustentável e/ou resiliente. Isso porque a comunidade adequada tem boa gestão do sistema de fornecimento de água potável e gestão de águas pluviais como forma de economia de água para os domicílios. Para Reis (2020), este não é um grande problema, pois a manutenção de infraestruturas para águas pluviais é de fácil implementação e compromete pouco do orçamento das cidades. Da mesma forma, Sgarbi (2020) cita que a proteção de águas pluviais mitiga ameaças e impactos de eventos extremos de precipitação, logo, como sugere o indicador 9.2 da ISO 37.123, uma porcentagem do orçamento total da cidade deve ser destinado exclusivamente para “despesas anuais com atualizações e manutenção de infraestrutura de águas pluviais” (ISO, 2019, n.p.).

Borda (2020) fala especificamente sobre a presença do reaproveitamento das águas pluviais no Plano Diretor de Belo Horizonte, com incentivo ao adensamento de terrenos lindeiros às pistas de transporte coletivo e controle de ocupação das áreas com risco geológico. Ambos os espaços coincidem com manchas de inundação, portanto o Plano Diretor prevê que se construam áreas de conexões no fundo dos vales, como mecanismo compensatório para drenagem difusa. Para a pesquisadora, zonedar as planícies com risco de inundação e proteger as faixas fluviais com áreas verdes também preveni as inundações, o que responde diretamente à capacidade de uma cidade resiliente de se preparar e recuperar de possíveis desastres. O Plano Diretor inclui ainda um mapeamento sobre a incidência de chuvas intensas, e embora não haja citação da ISO 31.123, pode-se entender que responde aos pontos 8.4 e 8.7, relacionados a frequência anual de tempestades extremas e enchentes.

Os estudos citados evidenciam que as soluções para eficiência hídrica perpassam principalmente a drenagem das águas pluviais, porém, sem especificações de sua utilização posterior. Mas foram encontradas pesquisas de reaproveitamento a partir da implementação de cisternas e reservatórios de captação, o que significa que deve haver um investimento nessas estruturas por parte dos proprietários das edificações, o que não tem aparecido nos planos diretores dos municípios (ANDRADE, 2020).

Andrade (2020) observou que a reutilização das águas pluviais em um pavilhão municipal em Bragança-SP gera redução de 21,8% no consumo de água potável. A área de captação de 70m³ fica na cobertura do pavilhão, na área de piscinas, sendo direcionado para a própria higienização e recarga dos autoclismos. A cisterna permite armazenamento por até 30 dias, o que responde parcialmente aos indicadores 23.2 e 23.2 sobre abastecimento por métodos alternativos em pelo menos 5% da capacidade total e por pelo menos 72 horas.

Adequado no mesmo sentido e sobre os mesmos indicadores está a pesquisa de Schulze (2020), que avaliou um reservatório de 85m³ instalado em um pavilhão industrial para abastecer aparelhos sanitários. A redução na utilização de água da rede pública chegou a 78% e, por ser um valor tão expressivo, a pesquisadora entende que a indústria pode utilizar as tubulações já existentes já implementar seu sistema de distribuição, sem comprometer seu acesso à água potável.

Bona (2020) também fala sobre a utilização para fins não potáveis e aproveitamento da água pluvial em edifícios universitários, porém, não apresenta dados para análise. Sua pesquisa indica apenas que sejam aplicados os cálculos sugeridos pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP) no que se refere à: incidência de precipitação, área de captação e capacidade de armazenamento, porém, estes devem ser vistos como mais viáveis quando comparados ao valor da tarifa de água potável – o que pode significar uma barreira para sua efetiva implementação.

Gaitán (2018) analisa que o retorno de investimento se dá em períodos de até 10 anos, mas que a principal contribuição se dá na economia de água potável da rede pública de distribuição, pois isso significa preservação de recursos naturais. Cabe citar que os fins não

potáveis – como higienização de espaços, lavagem de materiais e objetos e a parte de saneamento e uso sanitário – compõem a maior parte dos gastos com água nas edificações.

5. Conclusão

Cidades resilientes foram apresentadas como sinônimo para as cidades inteligentes de que falam os ODS, visto que faz parte da “inteligência” saber reduzir ou lidar de maneira eficiente com os desastres naturais.

Foram citados os indicadores 8.4, 8.7, 9.2, 22.2 que abordam de maneira mais específica a drenagem de água da chuva, destacando os investimentos e a porcentagem de investimentos e de espaços públicos destinados à drenagem; porém, sem indicações de como esta água drenada pode ser reutilizada. As pesquisas encontradas evidenciam a possibilidade de captação por meio de sistemas de drenagem, deques, bacias hidrográficas e redes de escoamento, bem como sistemas no próprio pavimento.

Mas pode-se entender que os indicadores 23.1 e 23.2 fornecem indícios ou possibilidades para reutilização, pois falam sobre capacidade e/de abastecimento alternativo de água para a população – o que pode ser conseguido com tubulações específicas para tratamento e direcionamento da água pluvial. O tratamento e direcionamento da água pluvial se dá em atividades não potáveis, como lavagem de automóveis e espaços e higienização de roupas, no sentido de gerar economia de água potável.

Não foram encontrados estudos sobre a utilização da água pluvial para fins potáveis, e percebe-se que no Brasil ainda há um longo caminho a ser trilhado para cumprimento efetivo da ISO 37.123, pois ainda há investimentos a serem feitos no planejamento urbano resiliente ainda no que se refere à captação da chuva e diminuição dos riscos de enchente ou inundação, para só então investir em métodos alternativos de distribuição de água para a população.

Referências

ANDRADE, N. B. **Estudo do potencial de eficiência hídrica no pavilhão municipal Arnaldo Pereira da cidade de Bragança: soluções para reutilização de águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais.** 114f. 2020. Dissertação (Engenharia da Construção). Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2020.

BONA, S. C. **Aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis no Edifício D do campus 2 do Politécnico de Leiria.** 111f. 2020. Dissertação (Engenharia Civil). Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Brasília, 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento.** 5. ed. Brasília: FUNASA (Fundação Nacional da Saúde), 2019.

DALSENTER, M. E. V. **Estudo de potencial de economia de água potável por meio de reaproveitamento de água pluvial em um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis-SC.** 73 f. 2016. Monografia (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

GAITÁN, M. C. P. **Aproveitamento de águas pluviais em estabelecimentos hospitalares no contexto da conservação da água:** estudo do caso no Hospital Universitário da UFSCar, São Carlos – SP. 226f. 2018. Dissertação (Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

ISO, International Organization for Standardization. **ISO 37123/2019:** Sustainable cities and communities – Indicators for resilient cities. Geneva, 2019.

MARTINS, J. J. G. **Tendências do ordenamento do território e do urbanismo, num contexto de mudança.** 204f. 2020. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Fernando Pessoa, 2020.

MUNIZ, G. V. M. **Bairros planejados contemporâneos:** sustentabilidade e inovação tecnológicas. 149f. 2020. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

NEGREIROS, I. **Retrofit urbano:** uma abordagem para apoio de tomada de decisão. 314f. 2018. Tese (Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, M. F. de. **Metodologia científica:** um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: UFG, 2011.

PINHEIRO, C. B. Conflitos e possibilidades de manejo de águas pluviais no novo Plano Diretor de Belo Horizonte. **VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, UnB, 2020.

REIS, M. S. **Proposta de um conjunto de indicadores para cidades brasileiras inteligentes e sustentáveis.** 151f. 2020. Monografia (Engenharia de Produção). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2020.

RODRIGUES, L. S. S. da; ARAÚJO, G. M. Sistema simplificado de remoção de ferro em água subterrânea. **30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S. l.], p. 1–8, 2019.

SANTOS, M. F. N. dos; BARBASSA, A. P.; VASCONCELOS, A. F. Diferentes abordagens para o manejo das águas pluviais e sua relação com o planejamento urbano. **I Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes**, UFSCAR/ANAP, out. 2020.

SCHULZE, M. **Avaliação do potencial de eficiência hídrica num pavilhão industrial:** soluções de dimensionamento de reservatório para aproveitamento de águas pluviais. 131f. 2020. Dissertação (Engenharia da Construção). Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2020.

SEWNET, M. T. A review of recente studies on urban stormwater drainage system for urban flood management. **Preprints**, v. 2, n. 295, p. 2-16, out. 2020.

SGARBI, A. C. **Redução de risco de desastres:** uma análise da subprefeitura do Butantã-SP pela perspectiva da ISSO 37123 – Desenvolvimento Sustentável de Comunidades – indicadores de cidades resilientes. 233f. 2020. Dissertação (Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2020.

TASCA, F. A. et al. The role of urban drainage in Hydrological disasters prevention in the Watershed Itajaí Açu river. **Rev. Bras. Cartografia**, n. 69/1, ed. esp. Geotecnologias e Desastres Naturais, p. 129-142, 2017.

UNICEF, United Nations Children's Fund. **The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving no one behind**. New York: UNICEF, 2019.

WANG, R.; ZIMMERMAN, J. B. Economic and Environmental Assessment of Office Building Rainwater Harvesting Systems in Various U.S. Cities. **Environmental Science & Technology**, p. 1768-1778, 2015.