



TÉCNICAS ALIADAS CONTRA ALAGAMENTOS: FERRAMENTA DE PREVISÃO DE PRECIPITAÇÃO, AGRICULTURA URBANA E JARDINS DE CHUVA

Patricia Sousa Marques
Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Manuel Eduardo Ferreira
Angel Domínguez Chover

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil
patriciamarquesarqurb@gmail.com

Resumo: Diante dos excessos de impermeabilizações do solo urbano versus a ausência de espaços de infiltração e vegetação, ocorrem alagamentos e perdas de vidas. As alternativas que preveem precipitação intensa e que ajudam a absorver águas pluviais possibilitam atenuar transtornos ligados à drenagem urbana. Os objetivos deste trabalho consistem em discorrer como as tecnologias de previsão de precipitação, a agricultura urbana e os jardins de chuva podem contribuir em contextos de intensas precipitações e verificar a importância destas estratégias para as cidades. A metodologia é constituída por revisão bibliográfica e fotografias feitas em hortas urbanas e jardins de chuva, além da utilização da plataforma CEMPA-Cerrado, voltada para a previsão da probabilidade de precipitação. A presença de dispositivos para receber águas pluviais não garante que sejam absorvidas no volume necessário, estes precisam estar em localização adequada e serem dimensionados para atender o fim almejado. As hortas urbanas e jardins de chuva são sistemas de absorção de águas pluviais, enquanto a ferramenta do CEMPA-Cerrado permite estimar os acumulados de precipitações. Ambos os sistemas colaboram em situações de eventos climáticos extremos, sendo necessário o estudo do local no período chuvoso onde estes serão aplicados para garantir a otimização e resultados positivos.

Palavras-chave: Chuvas, Tecnologias, Habitat, Impermeável, Enchentes.

1. Introdução

Viver em cidades exige resiliência, adaptação e um planejamento para lidar com chuvas intensas, inundações e alagamentos em pontos críticos em contexto de mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, também deve-se propor alternativas que contribuam para a drenagem urbana, visando beneficiar a permeabilidade do solo e o ciclo natural da água. Neste sentido, modelos de previsão meteorológica mais avançados, com foco na precipitação, a adoção da agricultura urbana e de jardins de chuva podem colaborar no enfrentamento de problemas urbanos.

As pessoas comuns que lidam com chuvas fortes sabem o quanto é assustador ter que se proteger das forças da natureza e se vê impotente diante de percalços. Cada temporal intenso parece emitir um sinal de algo não está bem e que é preciso mudar atitudes com a natureza.

Se a água da chuva não pode ser abrigada nos solos e nos rios, uma vez que estes transbordam, ela buscará um novo caminho para prosseguir. Com as fortes chuvas, pessoas, construções e infraestruturas são afetadas. Diante da existência de espaços concretados,



asfaltados e a supressão de vegetações que amortecem os efeitos do escoamento das águas pluviais, o volume de água não absorvido pode destruir locais e arrastar o que encontrar em seu caminho. Assim, os objetivos deste trabalho são: discorrer como as tecnologias de previsão de precipitação do CEMPA-Cerrado, a agricultura urbana e os jardins de chuva, podem contribuir em contextos de intensas precipitações e verificar a importância destas estratégias.

Em cidades densamente povoadas, como São Paulo (Brasil) e Bogotá (Colômbia), a agricultura urbana e periurbana (AUP) aumenta a capacidade de infiltração, melhorando a recarga dos aquíferos e contribuindo para reduzir as enxurradas, os deslizamentos e as inundações. Cuba e Brasil contam com políticas que promovem a AUP em nível nacional. Belo Horizonte, no Brasil, formulou, de forma participativa, Planos e Agendas Estratégicas para a promoção desta agricultura em escala municipal. Na Argentina, o Programa Pró-Horta promove a agricultura urbana em nível nacional e realiza sinergias com programas desenvolvidos por governos locais (FAO, 2010).

A prática de agricultura urbana aparece como uma das estratégias de adaptação às mudanças climáticas, possibilitando permeabilidade do solo, aliada a práticas de inclusão social e educação ambiental. Neste contexto, a discussão do direito à cidade, proposto por Daher e Hora (2020), contribuem para incluir tanto o caso de Goiânia (Goiás) no debate, quanto como estratégia para se identificar áreas adequadas para a prática desta agricultura.

Pensando em soluções voltadas para sistemas de infiltração e contenção de águas pluviais, além da AUP, é possível recorrer a sistemas de drenagem sustentáveis. Com a deficiência do sistema de drenagem, e com o aumento do volume dos escoamentos superficiais, as cidades passaram a sofrer com as constantes inundações e alagamentos, com isso passam-se a buscar meios alternativos para realizar o manejo das águas pluviais. Como proposta de um sistema de infiltração para a drenagem pluvial, o uso do Jardim de Chuva tem se colocado como uma técnica alternativa nas cidades. Estudos de Dourado; Silva (2020) apontam resultados positivos em relação a análise das suas funções de retenção, infiltração e armazenamento dessa proposta. Além disso, ele se mostrou bastante flexível, podendo ser facilmente integrado em projetos arquitetônicos ou urbanísticos; sua instalação pode ser feita em qualquer área com capacidade de infiltração disponível, podendo ter diferentes tipos de dimensões e formatos. O jardim de chuva também oferece à área onde é implantado uma nova aparência, tornando-a mais bonita e agradável. Outro ponto a ser observado é a melhoria na qualidade da água, visto que a vegetação presente nos jardins é capaz de reter e eliminar boa parte dos poluentes presentes nas águas pluviais.

Através da infiltração, o jardim de chuva contribui com o abastecimento dos lençóis freáticos. No município de Goiânia, a gestão pública municipal previa a diminuição do volume de escoamento superficial na ordem de 30% a 50%, e que o valor por metro quadrado de um jardim de chuva era estimado em de R\$ 225,00 (Dourado; Silva, 2020), apresentando um bom custo-benefício relacionado a outras obras de drenagem. Para diminuir o volume de escoamento superficial, de modo a garantir que não haja inundações e alagamentos, é indispensável a manutenção da rede de drenagem, tal qual a limpeza das bocas de lobo; além disso, é importante enfatizar que o jardim de chuva é um dispositivo onde suas camadas e seus materiais são



projetados para serem permeáveis, conseguindo realizar, assim, a infiltração da água ao solo (Dourado; Silva, 2020).

Os jardins comuns não funcionam dessa forma, pois sua terra é comumente compactada e limitada na capacidade de retenção. O jardim comum, também, não é capaz de realizar a (in)filtração da água ao solo, que é o objetivo do jardim de chuva, e por isso não consegue substituir o jardim de chuva. A utilização do jardim de chuva como técnica compensatória é viável e capaz de amortecer o escoamento superficial, e consequentemente melhorar os problemas relacionados a inundações que a cidade apresenta, considerando possuir um valor razoavelmente barato, entre outros benefícios, como a recarga subterrânea, uma técnica favorável e sustentável (Dourado; Silva, 2020).

Contudo, a escolha dos locais e o seu dimensionamento devem considerar o sítio urbano e dados de precipitação. Considerando a variabilidade extensa da precipitação recente, integrar outros sistemas de monitoramento de chuvas com possibilidade de tomada de decisão direta pelas pessoas seria um caminho interessante, pensando não somente na infiltração, mas na participação, autonomia cidadã e na construção de cidades inteligentes.

Assim, técnicas tradicionais podem se aliar a tecnologias inovadoras. Um exemplo é a plataforma de dados do CEMPA-Cerrado (Centro de Excelência em Estudos, Monitoramento e Previsões Ambientais do Cerrado), fruto da cooperação entre a Universidade Federal de Goiás, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Governo de Goiás. Nesta plataforma é possível verificar a probabilidade de ocorrência de precipitação a curto prazo (entre 5 e 10 dias, a depender da escala espacial de análise), com uma precisão cartográfica inédita no país (entre 2 e 5 km).

O CEMPA-Cerrado (2024) possui dentre os objetivos, realizar estudos utilizando modelagem numérica do tempo, baseados em dados de satélite, o que permite gerar com precisão e nível inéditos a previsão de tempo para toda a região Centro-Oeste (intervalos de 5 a 10 dias), cenários climáticos (ainda em desenvolvimento) e modelos de produção agroclimáticos, entre outros produtos. O Centro busca reunir academia, governo e entes privados, buscando soluções para o desenvolvimento sustentável do estado por meio de tecnologias, serviços e políticas públicas.

De acordo com o CEMPA-Cerrado (2024), o modelo de previsão de curto prazo (baseado em Inteligência Artificial) é especializado na previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação, considerando a sua intensidade para um horizonte de seis horas. O modelo se destaca pela aplicação de algoritmos de Machine Learning, área da Inteligência Artificial, utilizando diversos conjuntos de dados que permitem adaptar o modelo às características regionais específicas. Novas execuções do modelo são realizadas a cada 30 minutos, garantindo que a previsão disponibilizada reflita com precisão as mudanças recentes na atmosfera, especialmente em áreas urbanas.

Dias (2024) destaca que a Universidade Federal de Goiás (UFG) lançou esta ferramenta para proteger o Estado de Goiás de tempestades. Ela foi testada na previsão para região do sudoeste goiano durante dois meses e os resultados foram satisfatórios. A ferramenta é inédita no Centro-Oeste e possibilita a preparação da defesa civil e das atividades econômicas que dependem das condições meteorológicas. Além disto, possui um custo computacional menor



que os modelos de previsão de tempo convencionais. O novo modelo disponibiliza aos usuários diversos mapas de probabilidade de chuva em diferentes estados, mas com destaque para Goiás. Produtores rurais tem acessado esta plataforma, que compõe parte dos produtos do Sistema de Informações Agrometeorológicas para o Sudoeste Goiano (Siag), resultado da parceria entre o Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (Ceagre) e o CEMPA-Cerrado. A ferramenta pode ser acessada por meio do site da UFG (<https://cempa.ufg.br/>).

Neste contexto de tecnologias frente aos desafios futuros esperados, Caldas, Santos e Santos (2020) afirmam que o modelo de cidade inteligente que tende a ter mais sucesso será aquele baseado na combinação de estratégias de soluções integradas à natureza, com o emprego de tecnologias centradas nas pessoas. Uma das premissas mais importantes, mas que ainda parece ser menosprezada por muitos gestores públicos e tomadores de decisão, é que cada cidade é única e possui muitas especificidades; deste modo, as soluções pensadas precisam ser adequadas às características e reais necessidades de cada cidade.

2. Fundamentação teórica

O deslocamento de pessoas morando em cidades cresceu vertiginosamente desde o processo de industrialização, surgindo problemas relacionados ao adensamento urbano. Sem preocupação com a permeabilidade do solo, esse crescimento acarretou áreas impermeabilizadas, não permitindo que a água pluvial infiltre no solo. Por isto, é comum ouvir em noticiários durante os períodos de chuva sobre alagamentos em avenidas e ruas e sobre deslizamentos em áreas urbanas. O sistema de drenagem, como é ainda pensado e construído, parece ser insuficiente e ineficiente dada as necessidades urbanas, onde técnicas compensatórias de drenagem surgem como alternativas ao sistema convencional (SAATKAMP, 2019).

Neste sentido, Dourado e Silva (2020) abordam que são claros os problemas urbanos causados por grandes adensamentos, carência de planejamento e fiscalização, além de baixa cobertura do sistema de esgotamento sanitário, do qual essa conjuntura favorece a ocorrência de alagamentos e descargas de poluentes em corpos hídricos. A ocupação de áreas urbanas produz impactos significativos no equilíbrio do balanço hídrico das cidades, ou seja, na quantificação das entradas e saídas de água de um determinado espaço. Os sistemas de infiltração de água de chuva são soluções com grande potencial para a compensação do aumento do escoamento da água pluvial gerado pela impermeabilização de áreas durante a construção de edificações (REIS; ILHA, 2014).

Gonzaga (2018) ressalta ser preciso ampliar os conhecimentos a respeito de soluções relacionadas a problemas de drenagem urbana e expandir as noções acerca deste tema, ampliando os conhecimentos quanto a técnica não compensatória de biorretenção (jardins de chuva). Com o aumento desordenado da ocupação urbana, sem o devido planejamento, originam-se solos com maior taxa de impermeabilização, gerando impactos na infraestrutura das cidades. Buscando minimizar estes impactos, o poder público utiliza medidas estruturais, como as redes de drenagem urbana. Atualmente, grande parte das técnicas de drenagem urbana estão relacionadas a infiltração e armazenamento de águas pluviais, tendo como função recuperar o processo hidrológico das águas, evitando inundações. Os jardins de chuva são como uma estrutura hidrológica funcional na paisagem, no qual, através do sistema solo-planta-



atmosfera e processos de infiltração, retenção e adsorção, purifica e absorve as águas pluviais de pequenas áreas, reduzindo o volume escoado e protegendo as águas subterrâneas.

Saatkamp (2019) evidencia que trabalhos que tratam de jardins de chuvas são escassos e em sua grande maioria são estudos de casos ou de propostas de intervenções em localidades específicas, assim como os trabalhos de caráter experimental não permitem contrastar o uso de jardins de chuva com outras técnicas compensatórias e com o sistema convencional de drenagem.

Há melhoria da drenagem urbana utilizando técnicas compensatórias, sistemas de biorretenção como os jardins de chuva, visando solucionar os problemas de inundações decorrentes da urbanização e impermeabilização do solo (GONZAGA, 2018).

É essencial uma mudança nos paradigmas existentes acerca da importância ambiental no espaço urbano, associando aspectos do processo de urbanização e a drenagem urbana. Dessa maneira, faz-se necessário aprimorar as práticas de manejo das águas pluviais urbanas. Os sistemas de biorretenção beneficiam a retenção, filtração e infiltração. A técnica compensatória, jardim de chuva, apresentou resultados satisfatórios para a cidade de Recife. Essa técnica caracteriza uma solução em potencial para o desenvolvimento de cidades hidrológicamente sustentáveis, minimizando os efeitos inoportunos de um processo de urbanização não planejado e contribuindo para a restauração de ecossistemas urbanos. Uma análise de sensibilidade do dimensionamento de um jardim de chuva mostrou que um aumento de mais de 100% no tempo de retorno (de 10 para 25 anos) implica um aumento de menos de 17% na espessura da camada de armazenamento. O custo da estrutura depende da duração da chuva de projeto e do tempo de retorno, para uma duração de 5 min e um Tr (Tempo de retorno) de 2 anos, o custo é de R\$ 419,64, e para um Tr de 25 anos o custo é de R\$ 562,61 (MELO et al., 2014).

Dos Santos (2020) ressalta o papel das comunidades para a construção de cidades resilientes, exemplificando o caso do Jardim de chuva do Largo das Araucárias, Pinheiros-SP. Neste âmbito, há casos de agricultura urbana comunitária em São Paulo e várias cidades brasileiras, como Goiânia.

Referentes a estes jardins, Dourado e Silva (2020) enaltecem o plano de reestruturação de cidades da China, através do projeto de cidades esponjas, que adota diversas técnicas de infraestruturas verdes no remodelamento das cidades.

O processo de urbanização e crescimento das cidades gera interferências no escoamento das águas no meio urbano; diante desse quadro, novas técnicas de drenagem vêm sendo utilizadas com o intuito de mitigar ou pelo menos minimizar os efeitos hidrológicos da ocupação urbana. O avanço das pesquisas demonstra que o uso de técnicas compensatórias, como as bacias de retenção, atende a função hidrológica de amortecimento das vazões geradas na bacia, diminuindo o risco de enchentes e inundações a jusante (TEIXEIRA, 2024).

Para Noleto e Rodrigues (2024), há diversos métodos compensatórios, com benefícios ambientais; entre as técnicas diferenciadas estão: pavimento permeável, telhado verde, jardim de chuva e bacia de retenção. Pode-se compreender claramente que estas técnicas contribuem para a diminuição de enchentes, reduzindo seus impactos. Elas são uma forma de redução de danos, provocados por grande volume de águas pluviais e seu alto grau de degradação. Um dos efeitos da urbanização desordenada é a impermeabilização das bacias hidrográficas por meio



da remoção da cobertura vegetal, ocupação de áreas ribeirinhas, introdução de obras sem estudos adequados das condições do solo e das bacias hidrográficas. As técnicas compensatórias se baseiam na retenção e infiltração das águas pluviais, tentando reproduzir as condições naturais das bacias hidrográficas. Os processos naturais de infiltração e evaporação podem ser obtidos com a construção de técnicas compensatórias, como os jardins de chuva. Com o constante crescimento urbano, faz-se necessário um maior controle e planejamento da ocupação do solo, permitindo o desenvolvimento sustentável das cidades e minimizar os impactos causados pela urbanização.

Frente a tantos desafios urbanos que se intensificam no período chuvoso, os jardins de chuva precisam estar mais presentes nas cidades, assim como a agricultura urbana. Daher e Hora (2020) ressaltam ser fundamental o engajamento do poder público a respeito de possíveis espaços para a implementação desta agricultura. No debate das estratégias de enfrentamento perante às mudanças climáticas globais, a agricultura urbana e periurbana se apresentam como uma atividade de adaptação para tornar as cidades mais resilientes.

Caldas, Santos e Santos (2020) alertam que estas mudanças no clima se somam como um fator adicional às vulnerabilidades pré-existentes às cidades, em especial as mais vulneráveis, localizadas em países em desenvolvimento. A ocorrência de eventos climáticos extremos, como variações de temperaturas, aumento do nível médio do mar, fortes chuvas, tempestades, inundações e eventos de seca extrema já demonstram que as cidades deverão se preparar para serem mais resilientes. Nesse âmbito, podem-se dividir as ações para atuar no enfrentamento das alterações climáticas em duas frentes: a mitigação, que são ações que visam reduzir as emissões dos GEE, e a adaptação, que está basicamente relacionada às medidas para adaptar os setores da sociedade, sendo na sua maioria relacionadas à melhoria da infraestrutura e recuperação de áreas degradadas, como a criação de espaços verdes e parques lineares e adaptação baseada em ecossistemas, destacando as cidades esponjas e as cidades com soluções baseadas na natureza.

3. Metodologia

A metodologia envolve revisão bibliográfica e fotografias feitas in loco de hortas urbanas e jardins de chuva para expressar áreas permeáveis em meio urbano, possibilitando exemplificar com casos reais. Estes locais foram selecionados por serem invisibilizados; poucos sabem da sua funcionalidade e o que realmente são (como os técnicos, projetistas e pessoas que realizam manutenções nestes). As ferramentas do CEMPA-Cerrado, disponíveis em sua plataforma online, traz a previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação, utilizada neste estudo em período chuvoso no mês de outubro de 2024. Nesta foi possível localizar hortas e jardins de chuva, percebendo-se os acumulados de precipitações.

4. Resultados

O modelo de previsão de precipitação do CEMPA-Cerrado, a agricultura urbana e o jardim de chuva contribuem em situações de chuvas intensas e mudanças climáticas.

Os jardins de chuva precisam estar em uma boa posição em relação ao terreno e às vias de trânsito de modo que recebam os fluxos de águas pluviais mais intensos, amortecendo possíveis acúmulos de águas nas ruas.



A agricultura urbana e o jardim de chuva são úteis em espaços para absorver a água da chuva. Este nível de absorção dependerá da localização, precisando que tais estratégias sejam bem planejadas, com estudo do local e análises dos fluxos de água pluvial, por onde a água percorre e onde empoça; enfim, estas soluções precisam fazer parte da rotina das pessoas, serem mais utilizadas e compreendidas.

Na cidade de Goiânia não é comum encontrar hortas urbanas e jardins de chuva, mesmo sendo muito necessários para amenizar alagamentos ao absorver águas pluviais. A eficiência destas estratégias pode ser aumentada ao direcionar e lançar o fluxo de águas pluviais diretamente em direção a estes e não contornando-os, além de observar o local onde serão feitos no período seco e chuvoso e o percurso e intensidade do volume de água pluvial, averiguando onde há poças, seja em trajetos não pavimentados e vias asfaltadas.

Jardins de chuva localizados em rotatórias poderiam ser mais otimizados de modo a não ficarem tão ilhados, pois há casos em que as águas pluviais seguem a inclinação das ruas, acompanhando o meio fio das vias asfaltadas, como se fossem canaletas que não direcionam estas aos jardins. Em Goiânia, há jardins de chuva como o da figura 1, em uma rótula no setor Universitário. Em um momento com chuva, este jardim demonstra sua funcionalidade, muitas vezes passando de modo despercebido pela população.



Figura 1: Jardim de chuva com árvores no Setor Universitário, em frente à Praça Universitária. Goiânia-GO. Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Percebe-se que as águas pluviais se direcionam nas extremidades da via abaixo do meio fio escoando para dentro dos bueiros/bocas de lobo (sistemas de captação lateral com abertura para a entrada das águas na altura da sarjeta) (Figura 2), captando as águas, antes de chegarem neste jardim. A ferramenta do CEMPA-Cerrado de previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação foi utilizada no mesmo período chuvoso, em outubro de 2024, e nela foi possível localizar esta horta, verificando-se uma alta probabilidade de ocorrência de acumulados de precipitações (Figura 3).





Figura 2: Jardim de chuva no Setor Universitário, sob dia chuvoso, antecedido por dois bueiros, recebendo um grande volume de água, um em cada lado da via. Goiânia-GO. Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação a curto prazo.

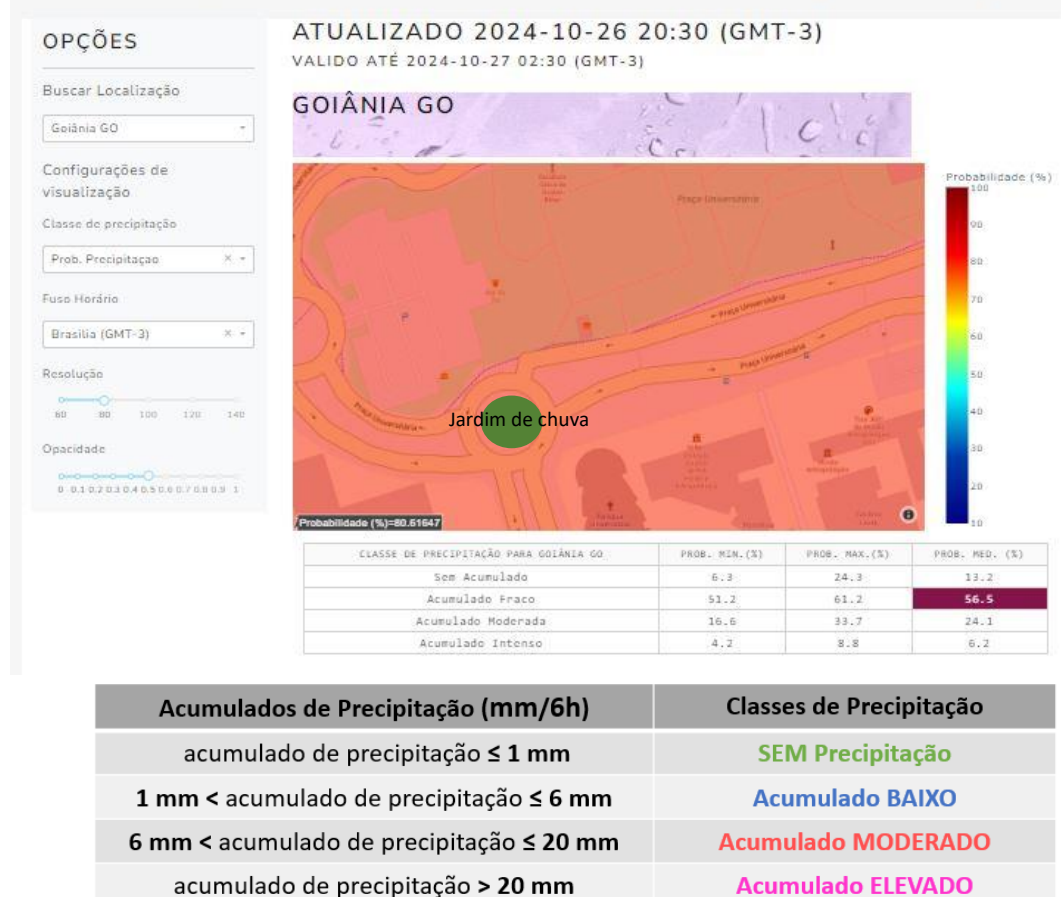


Figura 3: Plataforma online CEMPA-Cerrado ajustada sobre o jardim de chuva em frente a 1ª Avenida do Setor Universitário, Goiânia-GO. Dados do modelo de previsão de curto prazo, indicando a precipitação com acumulado moderado para a área analisada. Fonte: CEMPA-Cerrado (2024).

Seja na ausência de chuvas ou na abundância delas, a agricultura urbana e os jardins de chuva são alternativas necessárias. Em locais com pouca permeabilidade ou falta de árvores, a agricultura urbana pode tornar os espaços mais frescos, agradáveis e absorver água (Figura 4), como esta horta nas margens do rio Meia Ponte, ao lado da Vila Roriz, onde foi utilizada a ferramenta do CEMPA-Cerrado para visualizar este espaço verde e seu entorno (Figura 5).



Workshop Internacional
**SUSTENTARE
& WIPIS 2024**
Sustentabilidade, Indicadores
e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
de novembro
Transmissão online • Evento gratuito
Realização


Apoio Institucional





Figura 4: Horta urbana familiar no Setor Urias Magalhães em Goiânia-GO. Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

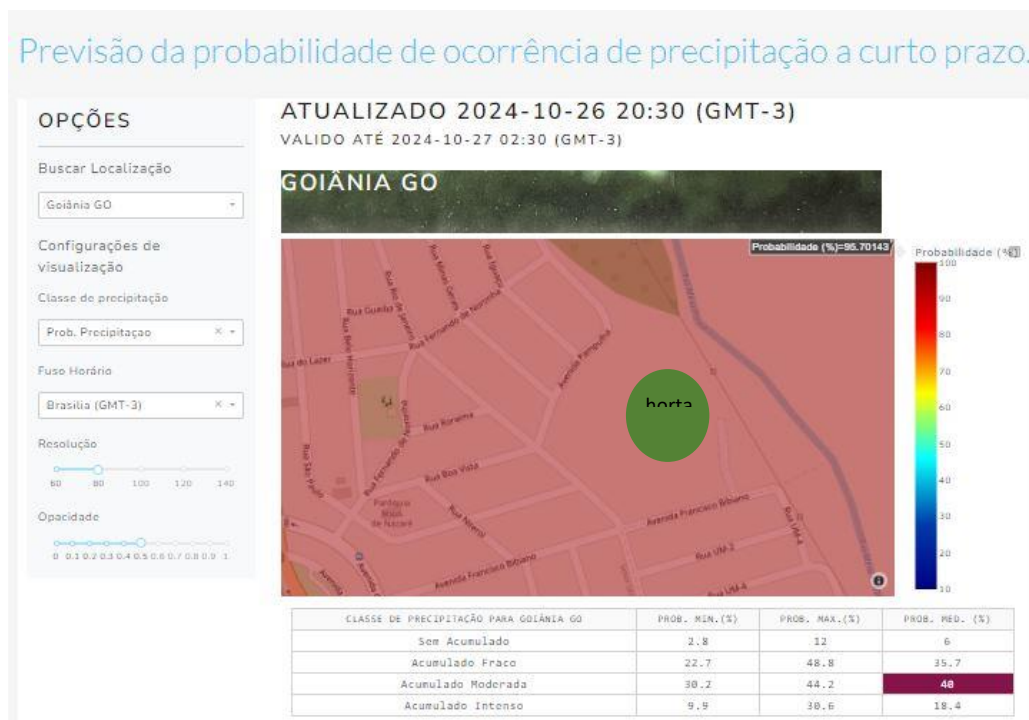


Figura 5: Plataforma online CEMPA-Cerrado ajustada sobre a horta familiar na Avenida Francisco Bibiano, Setor Urias Magalhães, Goiânia-GO. Dados do modelo de previsão de curto prazo, indicando a precipitação com acumulado moderado para a área analisada. Fonte: CEMPA-Cerrado (2024).

Um dos lugares mais preocupantes em relação a alagamentos é a Vila Roriz, do qual parte dela está na cota de inundação do rio Meia Ponte. Com frequência, as casas deste bairro ficam inundadas em épocas chuvosas, com prejuízos e transtornos, principalmente para os moradores de baixa renda (Figura 6).



Workshop Internacional
SUSTENTARE & WIPIS 2024
 Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
 de novembro
 Transmissão online • Evento gratuito

Realização




Apoio Institucional






Figura 6: Vila Roriz em Goiânia amanhece alagada após chuva intensa. Fonte: Cardoso, 2023.

Silva (2024) relata que no dia 21 de outubro de 2024, o Corpo de Bombeiros Militar de Goiás foi acionado para atender a uma ocorrência de alagamento na rua Antônio Conselheiro, no Residencial Serra Azul - Etapa I, em Goiânia. As equipes de resgate resgataram oito pessoas, cujas residências foram tomadas por uma coluna de até 1,5 metro de água. Esse episódio destaca a recorrência de alagamentos em Goiânia, que tem sido uma preocupação crescente. Dados de ocorrências semelhantes em 2023 evidenciam que a cidade frequentemente enfrenta inundações durante o período de chuvas, principalmente entre outubro e março. A pesquisa realizada pelo Laboratório de Climatologia (Climageo) da Universidade Federal de Goiás (UFG) apontou que a impermeabilização das vias e a falta de um planejamento adequado para a infraestrutura contribuem para a intensidade dos alagamentos, afetando diversas áreas urbanas. O escoamento da água muda a depender do uso da área em questão e diferentes superfícies. O grau de impermeabilização está relacionado com o volume de água que escoar sobre a superfície e o volume precipitado, que varia de acordo com as características de urbanização da cidade.

Ocupações do solo urbano em matas, parques, campos de esporte, partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas sem pavimentação são diferentes de grandes estacionamentos asfaltados ou concretados, onde há baixa capacidade de infiltração e maiores velocidades de escoamento das águas. Por isto, alternativas para amortizar a vazão de pico são mecanismos capazes de reduzir os efeitos da ocupação urbana sobre o escoamento superficial, dimensionados para cada local.

Tecnologias tradicionais, como a agricultura urbana e jardins de chuva, podem se somar a tecnologias de previsão de precipitação de curto prazo, e ajudarem a sociedade, como demonstrado com os modelos meteorológicos do CEMPA-Cerrado, em especial no mês chuvoso de outubro de 2024 em Goiânia (Figura 7). Com esta ferramenta, é possível ter acesso a probabilidade de ocorrência de chuvas com acumulados baixos, moderados ou elevados para tomar medidas de prevenção, analisar e refletir.



Workshop Internacional

SUSTENTARE & WIPIS 2024

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

www.sustentarewipis.com.br

18 a 22
de novembro

Transmissão online • Evento gratuito

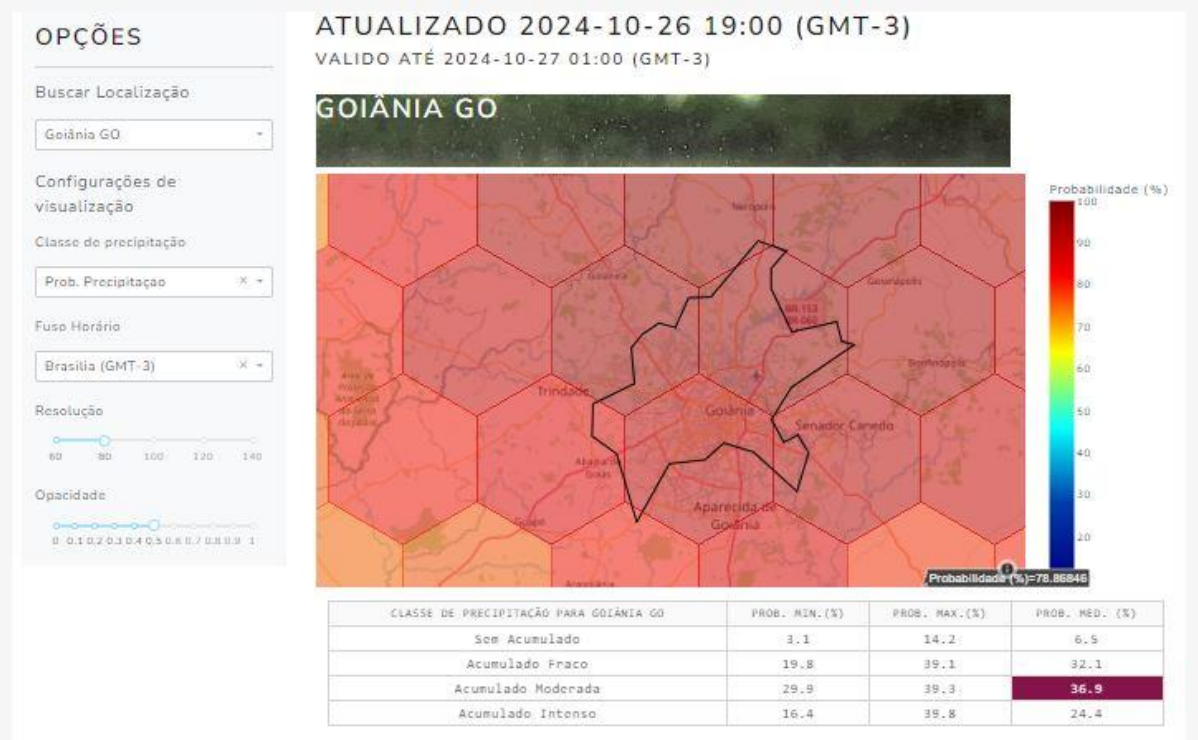
Realização




Apoio Institucional




Previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação a curto prazo.



Acumulados de Precipitação (mm/6h)	Classes de Precipitação
acumulado de precipitação ≤ 1 mm	SEM Precipitação
1 mm < acumulado de precipitação ≤ 6 mm	Acumulado BAIXO
6 mm < acumulado de precipitação ≤ 20 mm	Acumulado MODERADO
acumulado de precipitação > 20 mm	Acumulado ELEVADO

Figura 7: Plataforma online CEMPA-Cerrado, com dados sobre precipitação em tempo real (previsão de curto prazo) para Goiânia-GO e cidades vizinhas. Fonte: CEMPA-Cerrado (2024).

Goiânia possui pontos que se inundam em bairros de diferentes classes sociais. Em um bairro nobre, no ano de 2023, durante uma forte chuva, o Lago das Rosas (Figura 8) transbordou e seus pedalinhos (pequenas embarcações com pedais para um ou dois passageiros) foram parar na Avenida Anhanguera, além de casas e carros ficaram alagados.

Previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação a curto prazo.

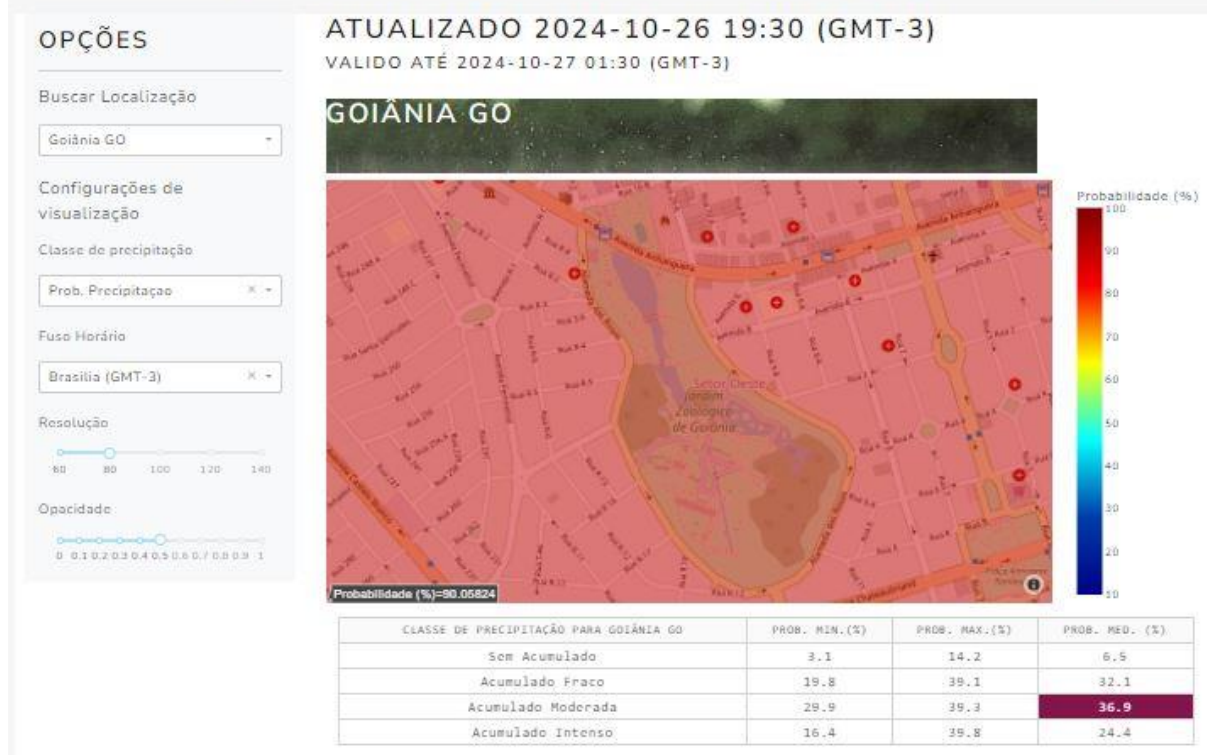


Figura 8: Plataforma online CEMPA-Cerrado ajustada sobre o Parque Lago das Rosas, Setor Oeste, Goiânia-GO. Dados do modelo de previsão de curto prazo, indicando a precipitação com acumulado moderado para a área analisada. Fonte: CEMPA-Cerrado (2024).

Com a tendência de precipitações muito intensas acontecendo em curtos espaços de tempo com ventos de alta velocidade, contrastando com épocas de escassa precipitação, baixa umidade relativa do ar e aumento das temperaturas, torna-se viável e urgente mais jardins de chuva e hortas urbanas para propiciar mais qualidade de vida, prevenir alagamentos, incidentes e poupar vidas.

A ferramenta de probabilidade de ocorrência de precipitação de curto prazo do CEMPA-Cerrado demonstra ser de importante contribuição na prevenção e entendimento de impactos ocasionados por eventos climáticos extremos, corroborando com a necessária presença das áreas de agricultura urbana e jardins de chuva. Outra ferramenta desta plataforma, como as de previsão de chuva com até 10 dias, auxilia o planejamento por parte de gestores e tomadores de decisão, para os eventos de natureza extrema associados com excesso de precipitação.

5. Conclusões

É notório e urgente a adoção de técnicas que apresentem elevadas taxas de infiltração da água da chuva em áreas urbanas, ajudando as pessoas a se protegerem e prevenirem desastres, incentivando plantios de árvores e hortas urbanas, construção e uso de jardins de chuva, utilização de pavimentos permeáveis, permitindo que espaços urbanos tenham solos para



drenar em menor tempo a carga das precipitações, com maior capacidade de drenagem para receber eventos sucessivos.

Para um melhor cenário futuro, deve haver programas e incentivos para as cidades serem mais permeáveis, remetendo as esponjas, e mobilizar moradores para estarem dispostos a contribuir continuamente para a manutenção de estruturas sustentáveis. São incentivadas as pesquisas sobre como incentivar a criação de jardins de chuva e agricultura urbana, e como estes poderiam estar em uma mesma área.

Ainda sobre o excesso de impermeabilização dos solos causada por ocupações urbanas, verificou-se como a tecnologia de previsão de precipitação do CEMPA-cerrado e os jardins de chuva podem contribuir em contextos de intensas precipitações. A tendência é que o ser humano precise cada vez mais se anteciper contra eventos extremos e se adaptar ao contexto climático caótico, desenvolvendo estratégias e planos contínuos para atuar em frágeis contextos. Por isto, sugere-se maior número de pesquisas que promovam o uso de tecnologias acessíveis e úteis à adaptação e resiliência das cidades.

6. Referências bibliográficas

CALDAS, Lucas Rosse; SANTOS, Andrea; SANTOS, Luan. Como tornar as cidades mais inteligentes diante das mudanças climáticas e pandemias? 2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/936764/como-tornar-as-cidades-mais-inteligentes-diante-das-mudancas-climaticas-e-pandemias?ad_source=se. Acesso em: 10 set. 2024.

CARDOSO, Elysia. Vila Roriz em Goiânia amanhece alagada após chuva intensa. Diário de Goiás, 2023. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/ila-roriz-em-goiania-amanhece-alagada-apos-chuva-intensa/396639/>. Acesso em: 18 out. 2024.

CEMPA-Cerrado. Previsão da probabilidade de ocorrência de precipitação a curto prazo, 2014. Disponível em: <https://cempa.ufg.br/p/48048-previsao-da-probabilidade-de-ocorrencia-de-precipitacao-a-curto-prazo>. Acesso em: 26 out. 2024.

DAHER, Luiza Amaral; HORA, Karla Emmanuela Ribeiro. Agricultura urbana nos vazios urbanos de Goiânia: estratégia de adaptação das cidades às mudanças climáticas globais. In: XII Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020. Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, 2020.

DIAS, Lorena Teixeira. UFG lança ferramenta que promete proteger goianos de tempestades. Mais Goiás, 2014. Disponível em: <https://www.maisgoias.com.br/cidades/ufg-lanca-ferramenta/>. Acesso em: 14 set. 2024.

DOURADO, Luana Soares; SILVA, Marcela Andrade. Jardim de chuva como técnica compensatória: um estudo no município de Goiânia. 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/867>. Acesso em: 10 set. 2024.

FAO. Agricultura Urbana e Periurbana na América Latina e No Caribe: Uma Realidade. América Latina E Caribe: Adaptando-se à Mudança. Escritório Regional para América Latina e o Caribe. Centro de Recursos para ALC em Agricultura Urbana e Segurança Alimentar IPES. Fundação RUAF. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS, 2010. Disponível em: https://www.agriculturaurbana.org.br/textos/AUPenALC-BrochureIPES_FAOportugues_low.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.



GONZAGA, Giordano Bruno Medeiros. JARDINS DE CHUVA: TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS PARA SISTEMAS DE DRENAGEM. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 5, n. 1, p. 13-13, 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6073>. Acesso em: 16 set. 2024.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de et al. Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas. Ambiente Construído, v. 14, p. 147-165, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/3mKRyFjSkPdBkhdvyVGZZLL/?lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2024.

NOLETO, Railana Gomes; RODRIGUES, Camila Ribeiro. ANÁLISE CRÍTICA DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM URBANA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. REVISTA CIENTÍFICA SEMANA ACADÊMICA. FORTALEZA-CE. EDIÇÃO 242. V.12, 2024. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/railana_gomes_1.pdf. Acesso em: 10 set. 2024

REIS, Ricardo Prado Abreu; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. Comparação de desempenho hidrológico de sistemas de infiltração de água de chuva: poço de infiltração e jardim de chuva. Ambiente Construído, v. 14, p. 79-90, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/XKqRwZMVtwgfYJZkXsNgkMs/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2024.

SAATKAMP, Gabriela de Almeida. Jardim de chuva: estudo comparativo de um sistema de biorretenção de uma bacia de amortecimento pluvial. 2019. Disponível em: https://www.meioambientepocos.com.br/ANAIIS%202021/288_jardins-de-chuva-uma-revisao-de-literatura.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVA, Micael. Bombeiros resgataram oito pessoas durante um alagamento em Goiânia. OHOJE.COM. Disponível em: <https://ohoje.com/2024/10/22/bombeiros-resgatam-oito-pessoas-durante/>. Acesso em: 23 out. 2024.

TEIXEIRA, Weverton de Souza. Efeito da ocupação urbana e do uso de técnicas compensatórias sobre o escoamento superficial direto da bacia hidrográfica do córrego Santa Maria do Leme-São Carlos-SP. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/19296>. Acesso em: 23 out. 2024.