



Construções sustentáveis: aplicações para a cidade de Uberaba - MG

 Maria Antonia Macedo Franco¹,  Joyce Silvestre de Sousa²

¹Especialista em gestão ambiental, diagnóstico e adequação ambiental, Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM). Uberaba, MG – Brasil. maria.macedofranco@gmail.com

²Doutora em recursos hídricos em sistemas agrícolas, Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM). Uberaba, MG – Brasil. joyce@iftm.edu.br

Cite como
American Psychological Association (APA)

Macedo, M. A., & Sousa, J. S. (2020). Construções sustentáveis: aplicações para a cidade de Uberaba - MG. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 9(1), 1-25, e16205. <https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16205>.

Resumo

Objetivo do Estudo: Indicar possíveis adequações para construções sustentáveis na cidade de Uberaba/MG, auxiliando em escolhas de alternativas para uma melhor qualidade ambiental do meio urbano. Foram elencados a percolação, o retardo e infiltração de águas pluviais e telhados com cobertura verde.

Metodologia/Abordagem: Tanto as metrópoles quanto as cidades do interior do nosso País estão enfrentando vários problemas ambientais, demonstrando a necessidade de se repensar sua configuração urbana, colocando como desafio ao conjunto do poder público e privado a necessidade de garantir uma cidade sustentável nos aspectos ambiental, social e econômico. Devido a esse desequilíbrio no tripé da sustentabilidade, as instituições públicas e privadas buscaram a criação de planos e ações voltadas ao macro e micro ambiente em que a sociedade está inserida, como, por exemplo, as Agendas Sustentáveis. Além disso, contam com o auxílio de sistemas e dispositivos sustentáveis na redução do consumo de recursos naturais e diminuição dos impactos ambientais.

Originalidade/Relevância: Por meio de revisões de literaturas buscamos indicadores como sugestão para a sustentabilidade que possam se enquadrar para a malha urbana de Uberaba, obtendo como resultado algumas análises locais e contrastando com os estudos sobre sustentabilidade.

Resultados: Foi observada a presença de ações que auxiliam na sustentabilidade e se mostram como alternativas sustentáveis tanto para o governo quanto para a própria comunidade, como, por exemplo, nas de vias e calçadas: o aumento das áreas permeáveis e da infiltração para diminuição da percolação em período de chuvas.

Contribuições teórico-metodológicas: Os resultados deste estudo identificam como pequenas mudanças locais nas residências e na área coletiva urbana podem auxiliar para a minimização de danos causados por catástrofes urbanas, que surgem por meio de uma intervenção humana sem estudo adequado do meio, sugerindo contribuições para o aumento da qualidade ambiental da cidade.

Conclusão: O uso do pavimento de blocos de concreto intertravados foi o indicador escolhido para sugestão de sustentabilidade. Apesar da análise econômica não ser totalmente viável, devido ao elevado custo do pavimento de concreto para o passeio, levando-se em conta o critério de desempenho para auxílio da percolação de água pluvial, sua escolha é a mais assertiva. No quesito sustentabilidade, são necessários vários critérios de escolha para cada ação específica.

Palavras-chave: Critérios de construção. Urbanização. Sustentabilidade. Impacto Ambiental. Escoamento Superficial.



Sustainable constructions: applications for the city of Uberaba – MG

Abstract

Objective: Indicate possible adaptations for sustainable buildings in the city of Uberaba/MG, assisting in the choice of alternatives for a better environmental quality of the urban environment. The percolation, delay and infiltration of rainwater and green roofs were listed.

Methodology/Approach: Both metropolises and cities in the interior of Brazil are facing several environmental problems, demonstrating the need to rethink the urban configuration, posing as a challenge to the public and private authorities the need to guarantee a sustainable city in environmental, social and economical aspects. Due to this imbalance in the sustainability tripod, public and private institutions sought to create plans and actions aimed at the macro and micro environment in which society is inserted, such as, the Sustainable Agendas. In addition, they rely on the help of sustainable systems and devices to reduce the consumption of natural resources and environmental impacts.

Originality/Relevance: Through literature reviews, we searched for indicators as a suggestion for sustainability that may fit Uberaba's necessities, resulting in some local analyzes in contrast with studies on sustainability.

Results: It was observed the presence of actions that help in sustainability and show themselves as sustainable alternatives both for the government and the community itself, for example on roads and sidewalks: the increase in permeable areas and infiltration to reduce the percolation in periods of rain.

Theoretical/Methodological Contributions: The results of this study identify how through small local changes in homes and the urban collective area can help to minimize the damage caused by urban disasters, which arise through human intervention without proper study of the environment, suggesting contributions to these new actions for an increase in the city's environmental quality.

Conclusion: The use of interlocked concrete block pavement was chosen as a sustainability suggestion. Although in the economic analysis it is not entirely viable because of the higher cost of the concrete pavement for the ride, taking into account the performance criterion for the rainwater percolation, its choice is the most assertive. On the issue of sustainability, it takes several selection criteria for each specific action.

Keywords: Construction criteria. Urbanization. Sustainability. Environmental impact. Surface runoff.

Construcciones sostenibles: aplicaciones para la ciudad de Uberaba – MG

Resumen

Objetivo del estudio: Indicar posibles adaptaciones para edificaciones sustentables en la ciudad de Uberaba / MG, asistiendo en la elección de alternativas para una mejor calidad ambiental del entorno urbano. Se enumeraron la percolación, el retraso y la infiltración de agua de lluvia y techos verdes.

Metodología/Enfoque: Tanto las metrópolis como las ciudades del interior de nuestro país enfrentan diversos problemas ambientales, demostrando la necesidad de repensar su configuración urbana, planteando como un desafío al conjunto de autoridades públicas y privadas la necesidad de asegurar una ciudad sostenible en aspectos ambiental, social y económico. Debido a este desequilibrio en el trípode de la sustentabilidad, las instituciones públicas y privadas buscaron generar planes y acciones dirigidas al macro y microambiente en el que se inserta la sociedad, como por ejemplo las Agendas Sustentables. Además, cuentan con la ayuda de sistemas y dispositivos sostenibles para reducir el consumo de recursos naturales y reducir los impactos ambientales.

Originalidad/Relevancia: A través de revisiones bibliográficas buscamos indicadores como sugerencia de sostenibilidad que encajen en el tejido urbano de Uberaba, obteniendo como resultado algunos análisis locales y contrastando con estudios sobre sostenibilidad.

Resultados: Se observó la presencia de acciones que ayuden en la sostenibilidad y se muestren como alternativas sostenibles tanto para el gobierno como para la propia comunidad, como por ejemplo, en





caminos y aceras: el aumento de áreas permeables y la infiltración para reducir la percolación en temporada de lluvias.

Aportes teóricos y metodológicos: Los resultados de este estudio identifican cómo pequeños cambios locales en las residencias y en el área colectiva urbana pueden ayudar a minimizar los daños ocasionados por las catástrofes urbanas, que surgen por la intervención humana sin un adecuado estudio del entorno, sugiriendo contribuciones para aumentar la calidad ambiental de la ciudad.

Conclusión: El uso de pavimento de bloques de concreto entrelazados fue el indicador elegido para la sugerencia de sostenibilidad. Si bien el análisis económico no es del todo factible, debido al alto costo del pavimento de concreto para la acera, teniendo en cuenta los criterios de desempeño para ayudar a la percolación del agua de lluvia, su elección es la más asertiva. En términos de sostenibilidad, se requieren varios criterios de selección para cada acción específica.

Palabras clave: Criterios constructivos. Urbanización. Sustentabilidad. Impacto ambiental. Escorrentía superficial.

Introdução

A humanidade, desde a modernidade, é estudada a partir da noção de sentimento de pertencimento. Se na pré-história a escolha pelo lugar para viver era feita com base em necessidades básicas de recursos naturais (água e comida) e segurança, com o desenvolvimento tecnológico, o ser humano passa a “controlar” a natureza por meio da agricultura e pecuária, dando início às primeiras organizações sociais (aldeias e posteriormente civilizações), diminuindo a necessidade de mudanças constantes de ambientes. Essa evolução de conhecimento sobre o meio ambiente e a própria natureza proporcionou ao longo dos séculos as criações de civilizações das primeiras cidades.

De acordo com o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (DESA), 4,2 bilhões de pessoas, ou seja; 55% da população mundial vivem em centros urbanos em 2018. Até 2050, mais 2,5 bilhões de cidadãos terão escolhido uma cidade para fixar residência e cerca de 6,7 bilhões de pessoas estarão vivendo em cidades, tornando o mundo quase 70% urbano (<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020).

Neste contexto, as cidades começaram a enfrentar problemas referentes à falta de planejamento e gestão em sua concepção e vivência, devido ao crescimento populacional e urbanização intensa vivida nos últimos 100 anos, sofrendo catástrofes de todas as formas: inundações, secas extremas, desabamentos de terra, terremotos e outros, demonstrando o quanto o meio ambiente está debilitado (Carvalho, 2001).

No Brasil, em um estudo dirigido sobre o Estatuto da cidade, a autora Sonia Carvalho (2001) explicita que direito à cidade é para todos, bem como, o direito a uma cidade sustentável. Este estatuto regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, referentes à política urbana no âmbito federal. No Estatuto da Cidade, o direito a cidades sustentáveis é considerado como “o direito à terra urbana, à moradia, ao



saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (Constituição Federal Brasil, 1988).

Pelo motivo exposto, a visão de sustentabilidade ganha força cada vez mais e converge para o estudo das cidades do futuro, buscando a minimização dos impactos ambientais gerados pela construção e implantação do sistema urbano. Frente a esses novos desafios, o termo cidade sustentável e/ou cidade inteligente vem ganhando influência nos planos diretores para execução e gestão dos projetos urbanos, por meio da ressignificação do espaço urbano.

[...] cidade sustentável é o assentamento humano constituído por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial. (Romero, 2007, p. 51).

A coordenação de diversas agendas urbanas como o uso da terra, água, energia, resíduos, educação, saúde, vitalidade cultural, mobilidade, desenvolvimento econômico e inclusão social, auxiliam para que a cidade tenha um bom desempenho. Considerando a cidade uma entidade espacial, ela se apresenta em duas situações: habitável e sustentável, quando ocupa o seu espaço de forma harmônica com os processos ambientais e respeitando as necessidades humanas. Se a cidade desconsidera a paisagem em que está inserida, ela é ineficiente e destrói o meio ambiente do qual depende (Andrade, 2014).

O recurso natural e essencial à vida é a água, mas sendo um recurso escasso e finito tanto no aspecto individual e coletivo, traz a necessidade para as gerações atuais e futuras de desenvolvimento de métodos eficientes e eficazes para a sua conservação. Assim, para a manutenção dos recursos hídricos é de extrema necessidade o entendimento do processo social de construção e gestão do espaço natural/urbano onde se encontram, incorporando suas dimensões sociais, políticas e ambientais (<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020).

O fato da água não ser acessível para todos e, nas áreas urbanas, estar cada vez menos disponível devido aos fatores geográficos, sociais e econômicos, tem se agravado com o crescimento da densidade populacional nas grandes cidades, aumentando a demanda por água e alimento, e impulsionando o seu uso em diversas atividades industriais e agrícolas. Além disto, a produção de esgoto e lixo também tem aumentado, gerando uma crescente degradação dos recursos hídricos, pelo descarregamento de poluição nos rios (Moraes; Jordão, 2002).

Nesse contexto, entende-se que é possível a verificação de adequações para construções sustentáveis, fazendo com que através de um melhor planejamento e gestão



ambiental, as construções oriundas do crescimento demográfico e urbano acelerados, que as cidades hoje possuem como um problema real se transformem em alternativas sustentáveis.

Diante do exposto, o objetivo do estudo é indicar critérios para construções sustentáveis na cidade de Uberaba-MG.

Referencial teórico

Agenda 2030 – Organização das Nações Unidas

A Organização das Nações Unidas reuniu-se, em sua sede em setembro de 2015, com líderes mundiais dos 193 países-membros e decidiram por um plano de ação para erradicação da pobreza, proteção do planeta e garantia que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. O plano intitulado Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável possui um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para os próximos anos.

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030



Fonte: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020.

No caso do Brasil, diante da importância desse processo, a Comissão Nacional dos ODS (CNODS) incorporou, no seu Plano de Ação 2017-2019, as atribuições de adequar as metas globais à realidade brasileira e de definir indicadores para acompanhar o seu cumprimento.

Com essa visão, a Prefeitura Municipal de Uberaba criou o documento intitulado “U+20 – A Visão Uberaba 2037” para auxiliar na viabilidade da construção de uma cidade sustentável ao longo dos anos.

Com esse movimento mundial existem vários autores e órgãos focados em realizar a



construção de teorias que auxiliam a sustentabilidade urbana. Por exemplo, o aumento da área ocupada pela vegetação, sobretudo arbórea, possui benefícios em diminuir os impactos das alterações climáticas como redução do gás carbônico e mitigação da ilha de calor, conseqüentemente aumentando o conforto dos cidadãos. Tem-se por esse aumento arbóreo, conseqüências positivas em termos de biodiversidade, do comportamento hidrológico no espaço urbano e dos aspectos sociais, culturais e econômicos (Alcoforado, 2009).

O mesmo autor elenca as medidas de mitigação para redução dos impactos ambientais e alterações climáticas trazendo outros benefícios nos planos social e econômico:

Aumentar a superfície ocupada por vegetação (sobretudo arbórea); reduzir o tráfego de automóveis; aumentar as superfícies permeáveis; criar sistemas de armazenamento de água; renaturalizar os rios para melhorar a retenção de águas e evitar cheias; adequar a ocupação do solo e as infraestruturas a fenômenos hidrológicos extremos; adequar a geometria urbana às necessidades de arrefecimento e ventilação; aumentar e melhorar os espaços públicos abertos; aumentar o albedo das superfícies urbanas (utilizando cores mais claras); utilizar materiais de construção de baixa condutividade. (Alcoforado, 2019, p. 60).

De acordo com o Relatório Global sobre Assentamentos Humanos de 2009 das Nações Unidas, intitulado “Planejando Cidades Sustentáveis” (Un-Habitat, 2009), a urbanização ambientalmente sustentável requer:

Redução da emissão de gases causadores do efeito estufa; implementação de ações de mitigação e adaptação as mudanças climáticas; minimização do crescimento urbano periférico; desenvolvimento de cidades mais compactas e servidas por transporte público; uso racional e conservação dos recursos renováveis e não renováveis; redução da energia consumida e resíduos produzidos; reciclagem de resíduos; redução da pegada ecológica das cidades; (Un-Habitat, 2009, p.2).

O UN-HABITAT – Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos propõe dois caminhos para reduzir os impactos dos desastres socioambientais decorrentes das mudanças climáticas. O primeiro deles é a prevenção, com a adoção de um sistema de alerta e de um planejamento do uso do solo e de códigos de construção mais adequados. O segundo é “*build back better*” – reconstruir melhor, evitando os erros do passado (Un-Habitat, 2006).

IPTU Verde – Salvador/BA

De iniciativa da Prefeitura Municipal de Salvador, foi desenvolvido no ano de 2017 o programa de certificação sustentável em edificações no município, denominado IPTU Verde,



por meio do decreto nº 29.100/2017. A certificação foi criada com o objetivo de incentivar empreendimentos a contemplarem ações e práticas sustentáveis destinadas a redução do consumo de recursos naturais e redução dos impactos ambientais. No processo existe a opção de viabilidade do projeto tanto para empreendimentos novos quanto para construções que possuam o interesse de realizar a reforma e adequação nas áreas desejáveis. A certificação não exige o cumprimento integral da legislação ambiental, urbanística, edilícia, tributárias e demais normas legais aplicáveis.

Procedimentos metodológicos

As cidades tiveram um grande crescimento populacional urbano no último século, passando por diversas transformações econômicas, políticas, sociais e ambientais, verificando o aumento do consumo dos recursos naturais para a crescente produção industrial e em consequência de todo esse processo, causou o desequilíbrio do meio ambiente urbano.

Na questão ambiental urbana, a sustentabilidade surge na busca de mudanças de atitudes e valores para a criação de um espaço democrático e de qualidade para todos os seus cidadãos. Este estudo buscou por meio de revisão bibliográfica exploratória, indicações de pequenas ações sustentáveis nas residências e no meio público que contribuam para o melhoramento da qualidade ambiental da cidade de Uberaba. Enfatizando o recurso natural água, é possível a verificação de alternativas sustentáveis que visem o aumento das áreas permeáveis com consequente aumento da infiltração das águas pluviais para a diminuição do escoamento superficial em períodos de chuvas.

A partir desta pesquisa elencaram-se Agendas Urbanas Sustentáveis, elucidando-se os objetivos que se correlacionam com o objetivo de sustentabilidade no meio urbano.

Tendo em vista que o projeto do IPTU Verde de Salvador apresenta inovação no setor público, incentivando o setor privado para melhorias nas construções civis, contando com descontos em impostos tais como gratificação das ações tomadas. Neste estudo são considerados três aspectos contidos no projeto sustentável na cartilha de ações e práticas sustentáveis – IPTU Verde de Salvador (Lei n. 29.100, de 06 de novembro de 2017); apresentados no Quadro 1.



**Quadro 1** - Quadro de Sistemas e Dispositivos Sustentáveis selecionados para verificação da adequação e viabilidade sustentável na cidade de Uberaba – MG

Sistemas e dispositivos sustentáveis	Descrição
Percolação	Utilização de pavimentação permeável em pelo menos em 60% da área de passeio, atendidos os critérios discriminados na Lei 8140/11. O piso permeável a ser utilizado deverá ter percentual de permeabilidade mínima de 80%, comprovado através de especificação técnica do piso utilizado.
Retardo e infiltração de águas pluviais	Construção de reservatórios e/ou valas de infiltração que permitam o retardo do escoamento de águas pluviais. Deverá ser apresentado projeto específico com a ART/RRT no protocolamento.
Telhados com cobertura verde	Implantação de telhado verde em no mínimo 25% da área do teto da edificação. A área destinada ao telhado verde deverá ser contínua, excluindo-se do computo da área do teto, as caixas de escadas, reservatórios, helipontos, e área para alocação de equipamentos.

Fonte: Lei n. 29.100, de 06 de novembro de 2017.

Dos sistemas e dispositivos sustentáveis selecionados, destaca-se o item Percolação – utilização de pavimentos permeáveis nas áreas de passeio. De acordo com Costa (2006) os parâmetros que tornam viável a instalação dos pavimentos permeáveis são o tipo de solo, nível de água e do lençol freático, aceitação por parte dos moradores, topografia e custos envolvidos.

Assim será realizada uma análise econômica com o objetivo de comparar o custo de execução da camada de revestimento de dois sistemas de pavimentação – calçadas de concreto armado e calçadas de blocos intertravados de concreto.

Se para este comparativo for utilizado mão de obra própria serão considerados os itens indicados na TCPO para cada sistema de pavimentação. Caso contrário, os itens referentes ao custo horário de mão de obra e utilização de equipamentos seriam substituídos pelo custo da empreitada. Caso viessem a ser utilizados os dados da TCPO, seriam considerados os dados da Tabela 1 para a pavimentação com blocos de concreto intertravados e a Tabela 2 para pavimentação de concreto armado.

**Tabela 1** - Pavimentação intertravada de blocos de concreto sobre coxim de areia – unidade: m²

Componentes	Unidade	Consumos
Calceteiro	h	0,23
Servente	h	0,46
Areia lavada tipo fina	m ³	0,005
Areia lavada tipo média	m ³	0,05
Bloco de concreto para pavimentação intertravada 16 faces (comprimento: 110 mm/ espessura 80 mm / largura: 220 mm)	unidade	39
Compactador de placa vibratória, diesel, potência 10 HP (7,5 kW)	h prod.	0,03

Fonte: TCPO (2013, p. 97).

Tabela 2 - Passeio em concreto, fck = 13,5 Mpa, incluindo preparo de caixa, e = 7 cm – unidade m²

Componentes	Unidade	Consumos
Pedreiro	h	1,20
Servente	h	1,20
Ripa (largura 10 mm/altura 70 mm/ tipo de madeira peroba)	m	2,00
Concreto estrutural virado em obra, consistência para vibração, brita 1, fck 13,5 Mpa	m ³	0,07
Composição detalhada incluindo a produção de insumos		
Pedreiro	h	1,20
Servente	h	1,62
Areia lavada tipo média	m ³	0,065
Pedra britada 1	m ³	0,015
Pedra britada 2	m ³	0,045
Cimento Portland CII-E-32 (resistência de 39 Mpa)	kg	19,67
Ripa (largura 10 mm/altura 70 mm/ tipo de madeira peroba)	m	2,00
Betoneira elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400 l	h prod.	0,021

Fonte: TCPO (2013, p. 97).

Para a obtenção dos custos citados, foram realizadas pesquisas de preços com fornecedores de material, mão de obra e equipamentos da cidade de Uberaba, possibilitando assim o cálculo de uma média local.

O cálculo dos pisos salariais foram os disponíveis no site do SINTRACON-MG apresentados na Tabela 3 e encargos serão calculados de 1,54% do piso salarial.

Tabela 3 - Piso salarial dos trabalhadores da construção civil / MG – SINDICOMERCIÁRIOS

Função	Piso Salarial (mês) - R\$
Servente	R\$ 1.088,88
Pedreiro	R\$ 1.510,31

Fonte: Sindcomerciários – MG.





Os telhados com coberturas verdes também são destaque para os sistemas e dispositivos sustentáveis selecionados. No Brasil, Santos et. al. (2013) simularam a dinâmica da água em dois telhados verdes com vegetações distintas para diferentes intensidades de precipitação na região de Pernambuco e verificaram uma redução no escoamento superficial entre 15% e 30% do total precipitado. Entendendo-se que esta redução traz benefícios ambientais, utilizou-se os valores de redução no escoamento superficial apresentados por Santos et al (2013) e simulou-se quatro cenários de redução da vazão no bairro Centro da cidade de Uberaba, Figura 2.

Os cenários de simulação foram: Cenário Atual (cobertura dos telhados convencional); Cenário 1 (15% de redução do total precipitado); Cenário 2 (20% de redução do total precipitado); Cenário 3 (25% de redução do total precipitado); Cenário 4 (30% de redução do total precipitado).

Para isso considerou-se a vazão de projeto como a área de captação que são os telhados das edificações, fontes coletoras da precipitação da região. A quantidade de litros de água da chuva que poderá ser captado e o volume do seu armazenamento deverão ser calculados conforme a NBR 10844/89 pela equação de vazão:

$$Q = I.A/60$$

Onde: Q = vazão (litros/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de contribuição (m²);

Figura 2 - Bairro Centro, Uberaba/MG



Fonte: Imagem de satélite de 9 de setembro de 2018 disponibilizada pelo browser Google Earth, adaptado Autor 1, 2019.



Para o cálculo da área de telhado na delimitação do centro da cidade de Uberaba foi utilizado o Google Earth com a metodologia de medição de cada quarteirão, com a verificação pela imagem de satélite, observou-se que para este local poderíamos considerar a diminuição em torno de 20% de área considerada como não área de cobertura/telhado.

Caracterização da área de estudo

O município de Uberaba situa-se na microrregião do Triângulo Mineiro no estado de Minas Gerais, com latitude sul 19°45'27" e longitude oeste a 47°55'36", na região Sudeste do país. Possui uma área de 4.529,70 km², sendo 256 km² ocupados pelo perímetro urbano (5,7% da área total).

Segundo IBGE (2019) pelo último censo de 2010 a população era de 295.988 habitantes e em 2019 a estimada população é de 333.783 habitantes, sendo assim o 8º município mais populoso do estado.

O município está inserido na área correspondente a duas Bacias Hidrográficas Federais: a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba e a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, ver Figura 3.

Figura 3 – Localização do município de Uberaba nas bacias hidrográficas



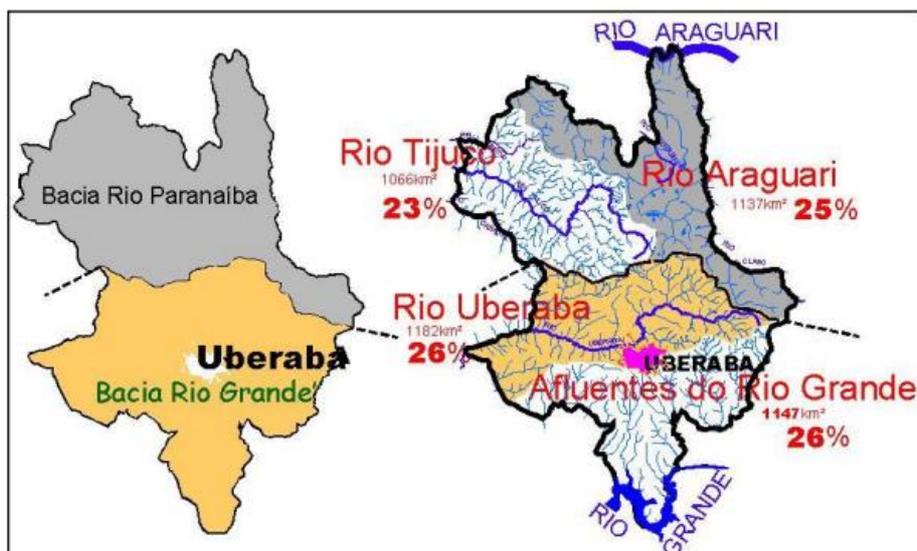
Fonte: http://www.uberaba.mg.gov.br/porta1/acervo//links/Arquivos/anuario_U20.pdf, recuperado em 09 de setembro de 2020.

O Rio Uberaba está localizado na bacia hidrográfica do Rio Grande, Figura 4, com extensão de cerca de 150 km e aproximadamente 2.346 km² de sua bacia. Em sua localização no município de Uberaba existe a Área de Proteção Ambiental – APA da Bacia



Hidrográfica Rio Uberaba, integrando a bacia do Rio Uberaba com aproximadamente uma área de 535 km² de superfície, incluindo 8% da área urbana. Ele se destaca por sua importância em termos de recursos hídricos e aspectos econômicos ligados às atividades agrícolas e abastecimento da cidade de Uberaba.

Figura 4 - Malha hidrográfica do município de Uberaba



Fonte: http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/links/Arquivos/anuario_U20.pdf, recuperado em 09 de setembro de 2020.

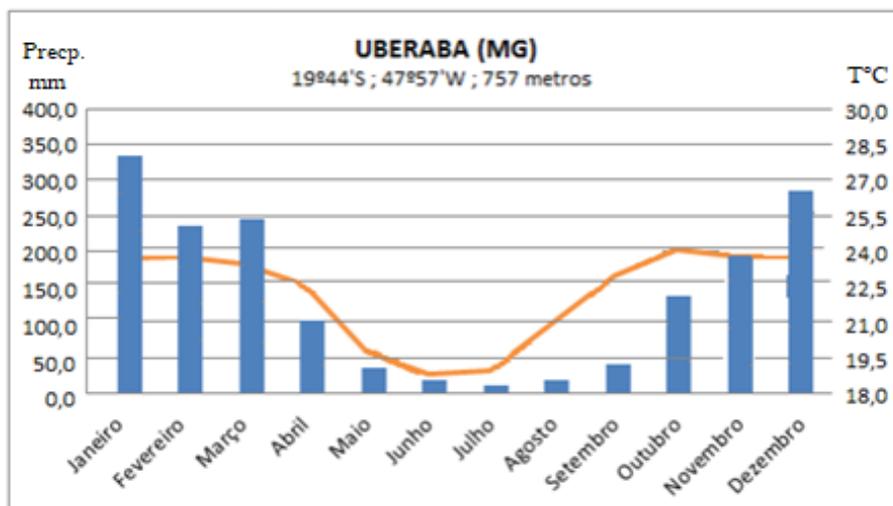
Segundo dados do Relatório de Avaliação Ambiental a região apresentava originariamente recobrimento de cerrado intercalado com manchas florestais, mas o desmatamento sistemático reduziu a poucas áreas a cobertura florística natural. O cerrado constitui a vegetação dominante, sendo a vegetação constituída por árvores tortuosas, com cascas espessas e corticosas. O relevo varia de plano a ligeiramente ondulado na maioria absoluta da área do município, até fortemente ondulado em pequenas manchas de solos podzólicos. Na Serra de Ponte Alta tem-se a maior altitude de 1.031 metros, a mínima está com a divisa do estado de São Paulo, 522 metros e a sede da cidade possui em média 764 metros. (Dados retirados e adaptados do site http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/agua_viva/arquivos/impacto_social/Relatorio%20de%20Avaliacao%20Social.pdf, recuperado em 09 de setembro de 2020).

De acordo com Oliveira (2005) com exceção das extensas avenidas planas que foram construídas com a canalização de afluentes do Rio Uberaba, a cidade de Uberaba está nas vertentes de colinas, possuindo uma topografia urbana irregular.

A partir dos dados das estações do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET entre os anos de 1990 a 2015, Novais (2016) realizou o climograma abaixo.



Figura 5 – Climograma (precipitação pluviométrica média mensal e temperatura média mensal) em Uberaba no intervalo de anos de 1990 a 2015



Fonte: Novais, 2016.

A temperatura média anual, durante o período de 1990 a 2015 na cidade de Uberaba (MG) foi de 22,2°C. O mês de maior temperatura média foi outubro com 24,0°C, com máxima acima de 31°C. Já o de menor temperatura média foi junho com 18,9°C, e mínimas abaixo de 13°C. Em termos de precipitação pluviométrica, a média anual (1990-2015) ficou em torno de 1636 mm. O mês de maior volume de chuva foi janeiro com 327,0 mm; e o de menor quantidade foi em julho com 11,9 mm. Conclui-se que o período chuvoso acontece de novembro a março e o seco de maio a agosto (Novais, 2016).

Resultados e discussões

Agendas Urbanas Sustentáveis

Como Agendas Urbanas Sustentáveis selecionou-se a Agenda 2030 e a U + 20 – A Visão Uberaba 2037.

Agenda 2030 - Objetivos de desenvolvimento sustentável ODS

Segundo a ONUBR a Agenda 2030 constitui um plano de ação com direcionamento para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca por meio da parceria colaborativa entre os países e todas as partes interessadas a sua efetiva implementação. (<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020).

Em análise elucidou-se os objetivos que se correlacionam com o trabalho, retirados dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável apresentados na agenda; que de forma direta e indireta estão relacionados com o planejamento para construções sustentáveis:



Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos; objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis; objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos; objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade; (<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020).

U + 20 – A Visão Uberaba 2037

Segundo a Prefeitura Municipal de Uberaba o documento intitulado “U+20 – A Visão Uberaba 2037” tem como objetivo mostrar como poderá ser a cidade daqui a 20 anos. Busca nortear as ações a serem planejadas e executadas por todas as instituições da cidade, sejam públicas ou privadas, com revisão anual. Disponibilizado no site da prefeitura são mencionadas as diretrizes e propostas que serão o guia do governo municipal, empresas e comunidade para o planejamento e estratégia de governo, apoiados pela sociedade durante estes 20 anos (PMU, 2017). As diretrizes propostas são: “cidade acessível, cidade cidadã, cidade educada, cidade inteligente, cidade produtiva, cidade saudável, cidade segura.” (<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>, recuperado em 09 de setembro de 2020).

Projeto Sustentável - características construtivas para sustentabilidade

Percolação das águas pluviais

As ações do ser humano, oriundas do progresso do meio urbano, interferem no equilíbrio natural do ciclo hidrológico em fatores quantitativos e qualitativos, alterando seu equilíbrio natural com a formação de superfícies impermeáveis, aumentando o escoamento superficial, que em conjunto com outros fatores, como a disposição incorreta do lixo, geram prejuízos significativos para toda a sociedade, causando cheias urbanas. Um recurso para minimização dos impactos urbanos são ações de controle sustentável que promovam a infiltração da água da chuva no solo (Reis, 2005).

Nos noticiários regionais é possível perceber que Uberaba não destoa da situação ilustrada pelo autor acima. A maioria das ruas, calçadas, quintais e espaços abertos da cidade estão asfaltados ou cimentados e em momentos de precipitação, as águas das chuvas rapidamente escorrem para ralos, bocas de lobos e em pouco tempo estão nos rios. Após as chuvas pararem, encontraremos as ruas e calçadas nos lugares mais altos secas e



as baixadas alagadas, casos verificados pela população como, por exemplo, a Avenida Leopoldino de Oliveira, que em sua maioria fica com pontos alagados, mesmo após chuvas de pequeno porte e curta duração.

Para auxiliar nestes transtornos de enchentes e prejuízos econômicos devido a alagamentos com perda de bens, pode-se optar pela implantação de pavimentos permeáveis, evitando assim a impermeabilização total das vias públicas e dos passeios públicos e privados. Essa estratégia pode ser realizada por meio da implantação dos concregramas e intertravados. As Figuras 6 e 7 demonstram faixas de gramados ou jardins, buscando uma arborização adequada no calçamento para que haja também a acessibilidade para todos os cidadãos e a valorização do paisagismo de forma estética na cidade (Costa, 2006).

Figura 6 – Calçadas permeáveis em forma de intertravado



Fonte: Autora 1, 2019.

Figura 7 – Pavimento permeável em forma de intertravado de concreto utilizado em condomínio fechado



Fonte: Autora 1, 2019.

Devem ser considerados os seguintes parâmetros que possibilitam a instalação deste tipo de equipamento: tipo do solo, nível da água e do lençol freático, profundidade da camada impermeável do solo, aceitação por parte dos moradores, área livre dos lotes, topografia e custos envolvidos (COSTA, 2006).

Para uma análise econômica do comparativo entre a instalação da calçada com



pavimento intertravado e concreto convencional, foi considerado os custos de execução com a contratação de mão de obra própria, como sugerido pela TCPO de 2013. O custo para execução da base a receber os pavimentos não foi considerado por se tratar do mesmo método executivo e os custos médios de materiais foram obtidos por meio de pesquisas de mercado em empresas locais do ramo. O BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) considerado é igual à zero, uma vez que, por se tratar de obras públicas, não visa o lucro e não há como estimar despesas indiretas para prefeitura, Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Composição de custos para o pavimento intertravado (mão de obra própria) na cidade de Uberaba – MG

Componentes	Unidade	Consumos	Preço	Encargos Sociais	Preço Total
Calceteiro	h	0,23	R\$ 8,58	154%	R\$ 3,04
Servente	h	0,46	R\$ 6,19	154%	R\$ 4,38
Areia lavada tipo fina	m ³	0,005	R\$ 50,00	-	R\$ 0,25
Areia lavada tipo média	m ³	0,05	R\$ 50,00	-	R\$ 2,50
Bloco de concreto para pavimentação intertravada 16 faces (comprimento: 110 mm/ espessura 80 mm / largura: 220 mm)	unidade	39	R\$ 1,25	-	R\$ 48,75
Compactador de placa vibratória, diesel, potência 10 HP (7,5 kW)	h prod.	0,03	R\$ 155,00	-	R\$ 4,65
Preço de execução de 1 m² (mão de obra própria)					R\$ 63,57

Fonte: Autora 1, 2019.

Tabela 5 - Composição de custos para o passeio de concreto (mão de obra própria) na cidade de Uberaba – MG

Componentes	Unidade	Consumos	Preço	Encargos Sociais	Preço Total
Pedreiro	h	1,20	R\$ 8,58	154%	R\$ 15,86
Servente	h	1,20	R\$ 6,19	154%	R\$ 11,43
Ripa (largura 10 mm/altura 70 mm/ tipo de madeira peroba)	m	2,00	R\$ 4,50	-	R\$ 9,00
Concreto estrutural virado em obra, consistência para vibração, brita 1, fck 13,5 Mpa	m ³	0,07	R\$ 255,00	-	R\$ 17,85
Composição detalhada incluindo a produção de insumos					
Pedreiro	h	1,20	R\$ 8,58	154%	R\$ 15,86
Servente	h	1,62	R\$ 6,19	154%	R\$ 15,43
Areia lavada tipo média	m ³	0,065	R\$ 50,00	-	R\$ 3,25
Pedra britada 1	m ³	0,015	R\$ 20,00	-	R\$ 0,30
Pedra britada 2	m ³	0,045	R\$ 25,00	-	R\$ 1,13
Cimento Portland CII-E-32 (resistência de 39 Mpa)	kg	19,67	R\$ 0,39	-	R\$ 7,67
Ripa (largura 10 mm/altura 70 mm/ tipo de madeira peroba)	m	2,00	R\$ 4,50	-	R\$ 9,00
Betoneira elétrica, potência 2 HP (1,5 kW), capacidade 400 l	h prod.	0,021	R\$ 65,00	-	R\$ 1,37
Preço de execução de 1 m² (mão de obra própria)					R\$ 54,00

Fonte: Autora 1, 2019.





Pode-se notar que os valores do m² a serem investidos para execução entre os dois pavimentos possuem uma diferença razoável em grandes áreas, pois o pavimento de piso intertravado tem um custo maior de aproximadamente 17,7% – R\$ 63,57 – em relação ao piso de concreto – R\$ 54,00. Estes números comprovam o custo relativamente elevado da pavimentação de blocos intertravados de concreto quando comparado ao pavimento de concreto, motivo que pode ser considerado relevante na escolha de um sistema de pavimentação.

Os valores acima apresentados servem apenas para comparar os custos de execução das camadas de revestimento dos dois sistemas de pavimentação escolhidos. Devido ao fato de Uberaba apresentar um histórico recente de utilização do pavimento intertravado, não foi possível estimar a escala de manutenção necessária neste sistema, que permitiriam obter conclusões a respeito dos custos a longo prazo.

Para soluções estruturais da cidade de Uberaba é necessário o estudo relacionado com obras da engenharia hidráulica que auxiliariam a minimização dos impactos causados pelas enchentes, por meio de medidas que agem diretamente na bacia. Essas medidas poderiam ser medidas físicas diretas, visando à redução do coeficiente de escoamento e diminuição dos efeitos da erosão e como consequência a diminuição dos riscos de enchente, questões que não serão abordadas neste trabalho.

Retenção das águas pluviais

Silveira (Silveira, 2002 como citado em Poletto, 2011) informa que como efeito da urbanização, teve-se a intensificação da impermeabilização do solo, reduzindo a infiltração das águas de chuvas, gerando assim um aumento acentuado no escoamento superficial de águas pluviais e conseqüentemente um maior volume de águas a serem drenadas.

Os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS), segundo Poletto (2011), surgiram para controlar o escoamento superficial, aumentar a infiltração do solo, melhorar o equilíbrio do ciclo hidrológico e incentivar o uso sustentável da água. Com o objetivo de retenção de águas pluviais o sistema deve permitir o escoamento, mas de modo controlado, para reduzir o risco de inundações. Tem-se como soluções, por exemplo, para residências ou áreas públicas, o uso de caixa de retenção e lagoa de retenção que inicialmente permite a reserva da água proveniente das chuvas e posteriormente o escoamento para o sistema de drenagem urbana. Este sistema não aproveita a água coletada, se resume a coletar a água e promover o seu armazenamento temporário, Figura 8.



Figura 8 – Exemplo de uma zona de retenção de águas pluviais



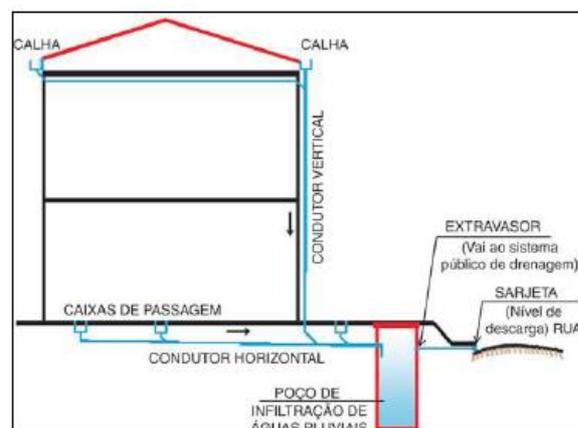
Fonte: FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2006.

Infiltração das águas pluviais

Em documento elaborado pela Caixa Econômica Federal, os autores John e Prado (2010) coordenam o projeto Selo Casa Azul que indica o uso de reservatórios que possibilitem a infiltração da água no solo, (Figura 9). O objetivo desta ação é prevenir o risco de inundações, amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem e propiciar a recarga do lençol freático. O sistema de infiltração de águas pluviais não aproveita a água coletada, apenas a direciona ao solo.

Para a viabilidade de instalação dessa ação, como estratégia de construção sustentável, são necessários vários estudos que considerem parâmetros como o nível do lençol freático, perfil do solo local quanto à permeabilidade e taxa de infiltração, o potencial de colapsibilidade do solo, índices pluviométricos da região, o tempo de esvaziamento e a área de contribuição do sistema o que pela complexidade pode vir a inviabilizar a utilização dessa técnica.

Figura 9 – Detalhe esquemático do modelo de sistema de infiltração de águas pluviais



Fonte: John; Prado, 2010.



Aproveitamento das águas pluviais

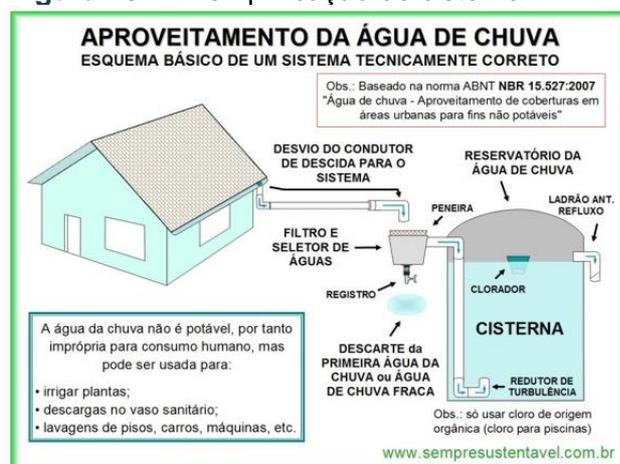
A escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050 segundo a ONU (2019). Isso significa que trabalho e dedicação serão necessários para garantir água potável e segurança alimentar para todos. Uma das principais medidas para amenizar a questão do gasto individual de água é o consumo consciente e responsável.

Segundo o Decreto nº 24.643, 10 de julho de 1934, as águas provenientes das chuvas pertencem ao dono da edificação onde precipitarem, podendo ser utilizadas à vontade, não sendo permitido desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros (BRASIL, 1934).

A NBR 12217 informa que os reservatórios de águas pluviais são elementos cuja função principal é armazenar a água pluvial coletada através dos telhados das edificações, que contribuem para a redistribuição dos fluxos, reduzindo assim a incidência de inundações à jusante (ABNT, 1994).

Desta forma, a proposta de utilização de uma cisterna (Figura 10) em Uberaba para o aproveitamento de água pluvial é apresentada como uma alternativa de economia dos recursos hídricos, e também financeira, no que tange a redução da conta de água, da rede privada e na diminuição de alagamento nas ruas e avenidas no período de chuva.

Figura 10 – Exemplificação de cisterna



Fonte: www.sempresustentavel.com.br, recuperado em 10 de setembro de 2020.

Telhado Verde

Os telhados verdes são conhecidos por converter a superfície de um telhado convencional em um espaço multifuncional, utilizando, para isso, a vegetação. Essa prática tem sido utilizada extensamente na Alemanha por mais de 30 anos. Em 2002, mais de 12% dos telhados planos daquele país possuíam algum tipo de vegetação (Harzmann, 2002 como citado em Carter e Butler, 2008).



De forma geral os telhados verdes (Figura 11) possuem sete camadas constituintes, que são:

Camada de vegetação que corresponde à cobertura vegetal, sendo esta verificada de acordo com o clima da região de construção do telhado verde. A vegetação desta camada diminui a velocidade de escoamento superficial das águas das chuvas e tem-se posterior dois processos, o de evapotranspiração para a atmosfera e o de retenção de água no substrato;

O substrato é a camada de solo que possui a função de fixação da vegetação, fornece água e nutrientes, é nesta camada que há o armazenamento temporário da água durante as chuvas;

Após o substrato tem-se a camada do filtro, sendo esta a camada filtrante que não permite a mistura da camada de substrato com a camada drenante;

A camada de drenagem atua retendo parte da água da chuva funcionando como um estoque para a vegetação durante períodos de estiagem;

Camada protetora se destina à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo proteção física para a membrana de impermeabilização contra o crescimento das raízes da vegetação;

A camada de impermeabilização que pode estar associada a uma camada de isolamento, evita que a estrutura do telhado possua contato com a água e é realizada com o emprego de hidro-repelentes;

Estrutura do telhado (laje) tem a função de suporte de toda a carga do telhado verde. (Carter e Butler, 2008).

Para que telhados verdes sejam uma solução sustentável e também capazes de atender às expectativas de seus usuários, a seleção eficiente de materiais é de vital importância (Vijayaraghavan, 2016).

Figura 11 – Exemplificação da cobertura verde



Fonte: Vijayaraghavan (2016).

Dentre as vantagens da implantação do telhado verde cita-se redução da velocidade de escoamento da água da chuva no telhado, aumento da retenção da água da chuva na parte de drenagem urbana, contribuição para redução da poluição, diminuição da temperatura do micro e macro ambiente externo em consequente conforto térmico, e



contribuição para a maior durabilidade dos prédios, pois diminui a amplitude térmica (Castro; Goldenfum, 2010).

No Brasil, Santos et. al. (2013) simularam a dinâmica da água em dois telhados verdes com vegetações distintas para diferentes intensidades de precipitação na região de Pernambuco e verificaram uma redução no escoamento superficial entre 15% e 30% do total precipitado. A área de telhado do centro da cidade de Uberaba, obtida pelo Google Earth foi de 399.100 m² de área de cobertura, coletora da água pluvial. Por meio de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente ao ano civil de 1990 teve-se a altura diária máxima (mm) de 56,8 mm/h, consideraremos esta intensidade pluviométrica para a composição dos quatro cenários de estudo e considerando que 50% das edificações existentes no centro da cidade implantasse essa nova alternativa.

Na Tabela 6, são apresentados os valores de redução no escoamento superficial nos cenários de simulação.

Tabela 6 - Valores de redução no escoamento superficial nos cenários de simulação no bairro Centro de Uberaba – MG

	Cenário Atual	Cenário 1 (15% redução)	Cenário 2 (20% redução)	Cenário 3 (25% redução)	Cenário 3 (30% redução)
Q litros/min	377814,7	349478,6	340033,2	330587,8	321142,5

Fonte: Autora 1, 2019.

A partir da análise da Tabela 6; comparando-se o Cenário 1 com o Atual; observa-se 7,5% de redução da vazão quando transformado 50% das coberturas de telhado convencional para telhado verde. Essa redução amplia-se para 10% do Cenário Atual para o Cenário 2; 12,5% para o Cenário 3 e 15 % para o Cenário 4. Os cálculos realizados neste estudo comprovaram que a utilização dos telhados verdes pode promover uma diminuição do escoamento superficial das águas das chuvas, quando comparado com o telhado convencional, pois reduz o volume das águas pluviais direcionadas para as redes de drenagem.

Considerações finais

A caracterização da área de estudo permitiu verificar que a região é extremamente favorecida por recursos naturais e necessita utilizá-los de forma sustentável para sua preservação, de forma a conciliar com as atividades da cidade urbana.

Neste sentido, evidencia-se como Agendas Urbanas Sustentáveis a Agenda 2030 com 7 objetivos que se correlacionam com o trabalho e a U + 20 – A Visão Uberaba 2037





que apontou preocupação do governo local em buscar ações conjuntas nos setores públicos e privados para um melhor planejamento e gestão da agenda urbana.

Na verificação da utilização de sistemas para calçadas que permitam uma maior permeabilidade da área, pela análise econômica realizada no estudo, o custo da utilização de blocos intertravados de concreto se mostrou aproximadamente 18% maior do que o pavimento de concreto convencional – sistema com maior adesão para o passeio. Essa diferença no custo pode ser o motivo para a escolha quando o critério é apenas o econômico, mas na questão sustentável um dos critérios considerados como relevantes é a eficiência do sistema para auxílio, neste caso, a percolação das águas pluviais.

Em relação aos sistemas e dispositivos sustentáveis de retenção, infiltração e aproveitamento das águas pluviais os estudos se tornam mais complexos, por esse motivo não foram ampliados neste artigo.

Conclui-se que a utilização de telhados verdes, implantados em 50% das residências traria uma redução de até 15% na vazão do escoamento superficial para o bairro Centro da cidade de Uberaba. Mas essa análise do estudo não verifica a visão técnica necessária para execução da impermeabilização. Neste caso, é de extrema importância a qualidade, além de não considerar as futuras manutenções preventivas regulares que essa alternativa sustentável requer para conservação da vegetação e expectativas estéticas, podendo estas não viabilizar sua utilização a longo prazo.

Considera-se, que existe a necessidade de um número mais amplo de estudos para a região sobre o que se enquadra como possível para sustentabilidade local, aliando-se com uma melhor abordagem que auxilie na construção da conscientização de toda a sociedade sobre o seu papel vital para alteração do cenário urbano.

Referências

- Alcoforado, M.J. (coord.); ANDRADE, H.; OLIVEIRA, S.; FESTAS, M.J.; ROSA, F. (2009). *Alterações Climáticas e desenvolvimento urbano*. Lisboa: Dgotdu, 2009.
- Andrade, L. M. S. (2014). *Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. Recuperado de: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18042>.
- Carter, T., & Butler, C. (2008). Ecological Impacts of Replacing Traditional Roofs With Green Roofs in Two Urban Areas. *Cities and the Environment*, 1 (2, 9), 1-17. Recuperado de: <https://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1020&context=cate>.
- Carvalho, S. N. (2001). Estatuto da Cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. *São Paulo em Perspectiva*, 15(4), 130-135. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392001000400014&script=sci_arttext. Doi



<https://doi.org/10.1590/S0102-88392001000400014>.

Castro, A. S., & Goldenfum, J. A. (2010). Uso de telhados verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano. *Revista Atitude*, IV(7), 139-154. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000100012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000100012>.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

Jr. Costa, L. L., & Barbassa, A. P. (2006). Parâmetros de projeto de microreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 11(1). 46-54. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000100007&lang=en. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522006000100007>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/uberaba.html>.

John, V. M., & Prado, R. T. A. (Coords.). (2010). *Boas práticas para habitação mais sustentável*. (Selo casa azul. Construção sustentável Caixa Econômica Federal). São Paulo: Páginas & Letras. Recuperado de: http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA.pdf.

Lei n. 24643, de 10 de julho de 1934. Decreta o código de águas. Recuperado de: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>.

Lei n. 29.100, de 06 de novembro de 2017. Regulamenta o art. 5º da Lei nº 8.474, de 02 de outubro de 2013, e institui o Programa de Certificação Sustentável “IPTU VERDE” em edificações no Município de Salvador, que estabelece benefícios fiscais aos participantes do programa, assim como o art. 5º da Lei 8.723 de 22 de dezembro de 2014 e dá outras providências. Recuperado de: <http://iptuverde.salvador.ba.gov.br/downloads/Decreto.pdf>.

Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm.

Moraes, D. S. de L., & Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista Saúde Pública* (36)3. 370-374. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102002000300018&lng=pt&tlng=pt. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000300018>.

No Dia Mundial das Cidades, ONU propõe debate acerca dos desafios da urbanização global. (2019). Organização das Nações Unidas. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UN Desa). Recuperado de: <https://nacoesunidas.org/no-dia-mundial-das-cidades-onu-propoe-debate-acerca-dos-desafios-da-urbanizacao-global/>.

Novais, G. T. (2016). *Condições climáticas em três cidades do clima tropical semiúmido: Estudos preliminares de uma nova classificação climática*. 2213-2225. Recuperado de: <http://docplayer.com.br/62255423-Condicoes-climaticas-em-tres-cidades-do-clima-tropical-semiumido-estudos-preliminares-de-uma-nova-classificacao-climatica.html>.



- Oliveira, M. S. M. (2005). *Rio Uberaba: quando os desgastes ambientais refletem os desgastes sociais*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. Recuperado de: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29561>. Doi: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2005.53>.
- Pereira, A. L. de A. B. (2014). *Análise crítica dos impactos ambientais ocasionados pela linha de transmissão 500 kV*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Recuperado de: <http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2014/anne-luise-de-amorim-2014.pdf>.
- Poleto, C. (2011). SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica. *Revista Thema*, (8)1. 1-12. Recuperado de: <http://periodicosnovo.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/38/38>.
- Projeto de recuperação ambiental da bacia do rio Uberaba e revitalização do sistema de abastecimento de água*. (2005). *Projeto água viva*. Relatório de Avaliação Social. Recuperado de: http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/agua_viva/arquivos/impacto_social/Relatorio%20de%20Avaliacao%20Social.pdf.
- Reis, R. P. A. (2005). *Proposição de parâmetros de dimensionamento e avaliação de desempenho de poço de infiltração de água pluvial*. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1-9. Recuperado de: <https://docplayer.com.br/6460507-lx-013-proposicao-de-parametros-de-dimensionamento-e-avaliacao-de-poco-de-infiltracao-de-agua-pluvial.html>.
- Romero, M. A. B. (2007). Frentes do Urbano para a Construção de Indicadores de Sustentabilidade Intra Urbana. *Paranoá: Cadernos De Arquitetura e Urbanismo* (4)4. Recuperado de: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10522>. Doi: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n4.2007.12103>.
- Santos, P. T. da S.. *et al.* (2013). Telhado Verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. *Ambiente Construído*, (13)1. 161-174. Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212013000100011&script=sci_abstract&tlng=pt. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000100011>.
- Sempre sustentável. Recuperado de: www.sempresustentavel.com.br.
- sintraconsulminas. Recuperado de: <http://sintracomulminas.com.br/>.
- TCPO. (2008). *Tabela de Composições de Preços para Orçamentos*. São Paulo: PINI, 2013.
- Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. (2015). ONUBR - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Recuperado de: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.
- U + 20. Uberaba antecipando o futuro. A visão de Uberaba 2037*. Recuperado de: http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo//links/Arquivos/anuario_U20.pdf.
- UN-HABITAT. (2006). *United Nations Human Settlements Programme. Habitat Debate – A*



new start: the paradox of crisis (12)4, 2006. Recuperado de:
https://issuu.com/unhabitat/docs/2301_alt__1_.

UN-HABITAT. (2009). *Planning Sustainable Cities*. Global Report On Human Settlements. United Nation Human Settlements Programme. Recuperado de:
<https://unhabitat.org/planning-sustainable-cities-global-report-on-human-settlements-2009>.

Vijavaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (57). Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115015026>. Doi:
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>.