# EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS

## *SUSTAINABLE BUILDINGS*

JUNIOR, Alamir Rangel de Carvalho[1]
BLOOMFIELD, William Rodrigues[2]
GONÇALVES, Jose Roberto[3]

**Resumo:** O presente artigo contempla numa proposta de construção de um edifício sustentável, no centro de uma Metrópole, com a iniciativa de melhorar a qualidade do ambiente em torno. Buscando soluções aos problemas metropolitanos relacionadas a “Ilhas de Calor”, reduzindo a emissão poluentes, com o aumento de produção de oxigênio pelas plantações, reaproveitamento de água, com a captação de água das chuvas, economia de energia, com a captação de energia solar, e conforto termo acústico, além de tornar a paisagem urbana mais atraente.

**Palavras-chave:** Edifício Sustentável; Qualidade do ambiente; Ilhas de Calor; Problemas metropolitanos; Paisagem Urbana.

**Abstract:** The present article contemplates in a proposal of construction of a sustainable building, in the center of a Metropolis, with the initiative to improve the quality of the surrounding environment. Seeking solutions to the metropolitan problems related to the "Islands of Heat", reducing the emission of pollutants, with the increase of oxygen production by the plantations, reuse of water, rainwater harvesting, energy saving, with the capture of solar energy , and acoustic comfort, in addition to making the urban landscape more attractive.

**Keywords**: Sustainable Building; Quality of the environment; Heat Islands; Metropolitan problems; Urban landscape.

[1] Graduando em Engenharia – UNISUAM, alamirrcarvalho@gmail.com
[2] Graduando em Engenharia – UNISUAM, w.bloomfield@hotmail.com
[3] Professor da Engenharia – UNISUAM, joserobertoverde@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

As grandes cidades, devido ao crescimento urbano acelerado, atividades humanas indevidas, alto tráfego de veículos e entre outros, têm uma péssima qualidade do ar, essa poluição afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas, podendo provocar sérios problemas de saúde, como: a redução da capacidade sanguínea em transportar oxigênio pelo corpo, hipóxia tecidual (baixo teor de oxigênio nos tecidos orgânicos), irritação nos olhos, diminuição da capacidade pulmonar, queda da eficácia do sistema muco ciliar das narinas, aumento dos casos de asma e câncer no pulmão. Essa são algumas evidencias cientificas que comprovam, com o meio ambiente urbano tem um impacto direto na saúde (FAJERSTAJN et al, 2016).

O processo de urbanização modifica o balanço térmico nas áreas urbanas e tem efeitos negativos na paisagem, na estética, na eficiência energética, na saúde humana e na qualidade de vida dos seus habitantes. O crescimento de uma área metropolitana e o aumento dos níveis de poluição do ar levam a aumentos na temperatura do ar urbano, no consumo de energia e no estresse térmico. Uma das possíveis causas desses problemas ambientais é a redução drástica dos espaços verdes dentro das cidades (SILVA et al, 2018).

A finalidade de usar a água da chuva é diminuir a demanda de água fornecida pelo município, diminuindo assim os custos da água potável e o riscos de enchentes nos dias de fortes chuvas. Sendo o Brasil um país tropical e suas condições climáticas são propícias para a chuva em grande parte do ano, a aquisição de uma cisterna gera mais benefícios do que malefícios e seu custo varia dependendo do projeto (FILHO et al, 2017).

A implantação de vegetações de diversas espécies, na laje e nas fachadas do edifício, formaria um “paredão verde”, que traria um conforto termo acústico para o ambiente, já que as plantas filtram cerca de 30% dos gases poluentes em torno do edifício e impedem a passagem de ruídos ao interior, atendendo ao Protocolo de Kyoto, um tratado internacional que visa o compromisso de redução na emissão de gases, para o alívio do efeito estufa (NETO et al, 2018).

O objetivo de propor soluções sustentáveis para a construção de um edifício comercial sustentável, no centro de uma grande metrópole, que tenha capacidade de receber diversas árvores, de pequeno, médio e grande porte, além de plantas e arbustos, formando uma floresta vertical.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Devido a problemas ambientais, tem se dado iniciativa individuais de pesquisadores e cidadãos, na tentativa de resolução de problemas de crises sócio ecológicas (CASAS et al, 2017).

O urbanismo parte da necessidade de organização, crescimento e transformação de espaços urbanos das cidades. Objetivando a adequação e valorização os espaços físicos, tornando o ambiente mais adequado a vivencia, por meio de intervenções responsáveis (NUNES et al, 2017).

A saúde pública e o planejamento urbano surgiram com o objetivo comum de reduzir os efeitos prejudiciais à saúde devido a rápida industrialização e urbanização, com evidências científicas sobre como o meio ambiente urbano impacta a saúde (FAJERSTAJN et al, 2016).

Devido aos grandes desafios para a qualificação dos espaços urbanos, torna-se necessário a parceria público-privada, na busca de soluções as grandes demandas sociais, abrindo oportunidades também a empreendimentos sociais (MUSSI et al, 2018).

A efetivação de princípios de sustentabilidade na construção civil, vêm na atuação de governos e municípios em políticas públicas, com iniciativas a aplicabilidade delas. A Atuação de representantes governamentais tem suma importância na adoção de medidas sustentáveis aplicadas a construção civil. Existem projetos de incentivo para a certificação ambiental voluntaria, com o objetivo de reduzir impactos ambientais, buscando eficiência energética, gestão da agua e desempenho térmico (MARQUES et al, 2018).

> No Brasil, por exemplo, especificamente no Rio de Janeiro, foi criado o Qualiverde (Rio de Janeiro, 2011), que é um projeto que visa à certificação ambiental voluntária e objetiva incentivar empreendimentos novos ou existentes que contemplem ações e práticas sustentáveis destinadas à redução dos impactos ambientais, promovendo a busca por eficiência energética, desempenho térmico e gestão da água (Rio de Janeiro, 2012). Os edifícios que atenderem aos critérios estabelecidos e obtiverem a certificação podem ter incentivos fiscais, como a redução no valor do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e do ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Imóveis) (MARQUES, 2018).

A poluição sonora é considerada pela OMS uma das três prioridades ecológicas na luta contra a contaminação ambiental, na qual os ruídos gerados pelo trafego de veículos estão sendo estudados, essa classe de ruído é considerada a maior geradora de poluição acústica no ambiente urbano, podendo causar transtornos sociais, com doenças a população. Enfatizando a necessidade de combinar áreas verdes com áreas onde existam edifícios, estradas e atributos demográficos para alcançar a redução do ruído urbano (LOPEZ et al, 2018).

As mudanças climáticas podem afetar o ciclo reprodutivo de plantas e animais, o migração de certas espécies de aves, mesmo a extinção de várias espécies, afetando significativamente as biodiversidade (Ministério da Agricultura e Florestas) (MONTEIRO et al, 2018).

Para o alivio de impactos causados pelo aquecimento global, existe um tratado internacional, que objetiva justamente que os países desenvolvidos assuma um compromisso na redução de emissão de gases poluentes, o Protocolo de Kyoto (NETO et al,2018).

## 2.1 CAPTAÇÃO DE ENERGIA

A conversão de energia solar em eletricidade é uma das formas mais promissoras de produção de energia limpa a partir de fonte renovável e uma solução alternativa para atender à crescente demanda global por energia (LEONARDO et al, 2015).

Os painéis solares são constituídos por placas fotovoltaicas, que captam energia solar e convertem em energia elétrica, instalados na parte superior do edifício, onde recebe um alto índice de irradiação solar, maior eficiência (LUNA et al, 2019).

## 2.2 REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA

A utilização de tecnologias para o reutilização de aguas, servem de incentivo a medidas ambientais corretas em relação a problemas de ocupação e impermeabilização incorreta do solo, em centros urbanos, além do estímulo a educação ambiental, multiplicando ações de conservação ao meio ambiente sustentável (SOARES et al, 2017).

Seguindo o pensamento de utilizar o que a natureza nos oferece, a reutilização da água da chuva se encaixa perfeitamente na ideia de sustentabilidade, uma vez que se utiliza essa água para fins não potáveis ao invés da água potável que vem da torneira (FILHO et al, 2017).

O sistema de irrigação de todo o edifício, é proveniente do reaproveitamento de água, tanto de chuvas quanto da própria utilização interna do edifício, a finalidade desse reuso da água, é a diminuição na demanda de fornecimento de água pelo município (FILHO et al, 2017).

Apesar de a qualidade da água da chuva não atender todos os parâmetros indicados na NBR 15527 (ABNT, 2007), essa água vem sendo aproveitada para limpeza de calçadas, irrigação de jardim e descarga em bacias sanitárias, sem indicação de inconvenientes pelos moradores (TEIXEIRA et al, 2017).

Dentre as vantagens de desenvolver um projeto para a captação de água da chuva são: é um projeto sustentável, pois reaproveita a água do ciclo hidrológico ao invés de

utilizar o a água potável; pode ser instalada em qualquer ambiente (residencial, empresarial e/ou rural); acarreta em economia de até 50% na conta d'água; ameniza os riscos de enchentes; possui diferentes capacidades de armazenamento, atentando a todos os tipos de usuários (FILHO et al, 2017).

A captação da água da chuva e o seu reuso é completamente importante para amenizar a crise hídrica que está presente nos dias de hoje no Brasil (FILHO et al, 2017).

## 2.3 CONFORTO TERMO ACUSTICO

O uso da vegetação como elemento de proteção em coberturas e fachadas atua positivamente sobre os fluxos de calor na envoltória, representando uma importante ferramenta para o controle térmico passivo de altas temperaturas no interior das edificações (MATHEUS et al, 2016).

As árvores urbanas podem fazer parte do esforço na redução de gases de efeito estufa. Através de um estudo no hemisfério norte, estimou-se que árvores frondosas, maduras, absorvem cerca de 93 kg de gás Carbônico por ano, enquanto as árvores pequenas retêm uma quantidade bem menor (1 kg de gás Carbônico por ano). Com isso, nota-se a iniciativa de envolvidos que visam problemas ambientais recorrentes de emissão de poluentes (CASAS et al, 2017).

O impactar na qualidade do ar e no clima, e, portanto, na qualidade de vida, as áreas verdes podem auxiliar no incremento do conforto térmico externo e na obtenção de níveis mais baixos de estresse térmico em dias com desconforto por calor (MINELLA et al, 2017).

Destaca-se ainda que, segundo a ISO 12913-1, a paisagem sonora é a percepção humana do ambiente acústico. Aquele documento destaca que essa percepção é composta por alguns elementos como o ambiente acústico, o conceito, a sensação auditiva, o contexto, a interpretação da sensação auditiva, as respostas e os resultados. Por sua vez, o conforto acústico está associado não apenas à avaliação subjetiva do som, mas também ao nível de pressão sonora (BOND et al, 2018).

## 2.4 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

Sistema na qual faz parte de alternativas com função de infiltrar aguas pluviais, objetivando reduzir os picos de vazão dos sistemas de drenagem convencionais, redução de inundações e enchentes urbanas, além de proporcionar a captação de sedimentos e detritos, assim como a recuperação da qualidade das águas dos córregos e rios urbanos. Os reservatórios de detenção subterrâneos, são empregados em zonas urbanas altamente povoadas, onde não podem se adotar reservatórios a céu aberto.

## 2.5 CERTIFICAÇÃO LEED

No contexto do desenvolvimento sustentável, a indústria da construção civil enfrenta desafios, entre eles a busca por maiores níveis de qualidade e eficiência em seus processos produtivos e no consumo dos recursos naturais (MARQUES et al, 2017).

Algumas ações implementadas para uma construção sustentável consistem em ações de redução e otimização do consumo de materiais e energia, redução dos resíduos gerados, redução do consumo de água, aproveitamento das condições naturais locais, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído (MARQUES et al, 2017).

> "Desenvolvimento sustentável: é o crescimento econômico considerando o meio ambiente no seu processo produtivo, assegurando os recursos naturais em qualidade e quantidade suficientes às futuras gerações, para que o crescimento econômico torna-se um processo sustentável assegurando o equilíbrio ecológico e a igualdade social" (leff, 2001).

Um projeto sustentável considera-se algumas obrigações, atendendo objetivos de curto, médio e longo prazo. Também engloba-se conceitos de geração de valor, econômico, orientação social, desenvolvimento regional e global. Apresentação de quantidade de aplicações e certificações LEED, internacionalmente comparando com o Brasil.

**Tabela 1 -** Certificações em construções sustentáveis

| Sistema | Origem | Número de aplicações | Número de certificações | Aplicações no Brasil | Certificações no Brasil |
|---|---|---|---|---|---|
| BREEAM | Reino Unido | 2.260.390 | 557.559 | 3 | 2 |
| HQE | França | | 380.000 | | |
| LEED | EUA | 104.148 | 55.043 | 708 | 339 |
| LEED BRASIL | EUA | | | 1.226 | 400 |
| NABERS | Austrália | | 4.504 | | |
| *Green Globes* | EUA | | 1.418 | | |
| DGNB | Alemanha | 1.279 | 711 | | |
| CASBEE | Japão | | 541 | | |
| HK BEAM | Hong Kong | 917 | 534 | | |
| AQUA | Brasil | | | 155 | 11 |

Fonte: elaborada pelos autores a partir dos websites das organizações.

A certificação LEED estabelece a padronização de métricas e normas, dando estimulo a competição a construções mais sustentáveis. A certificação diferencia entre novas construções, interiores, edificações existentes, residências e bairros.

As certificações são atribuídas conforme a quantidade de pontos que são obtidos em cada uma das nove categorias avaliadas (Processo Integrativo, Localização e Transporte, Terrenos Sustentáveis, Eficiência Hídrica, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos,

Qualidade do Ambiente Interno, Inovação, Processos e Prioridade Regional). A quantidade de pontos para cada nível de certificação pode ser verificada na Tabela 2.

**Tabela 2 -** Níveis de certificação LEED

| Certificação | Número de pontos |
|---|---|
| *Certified* | 40 a 49 |
| *Silver* | 50 a 59 |
| *Gold* | 60 a 79 |
| *Platinum* | Mais de 80 |

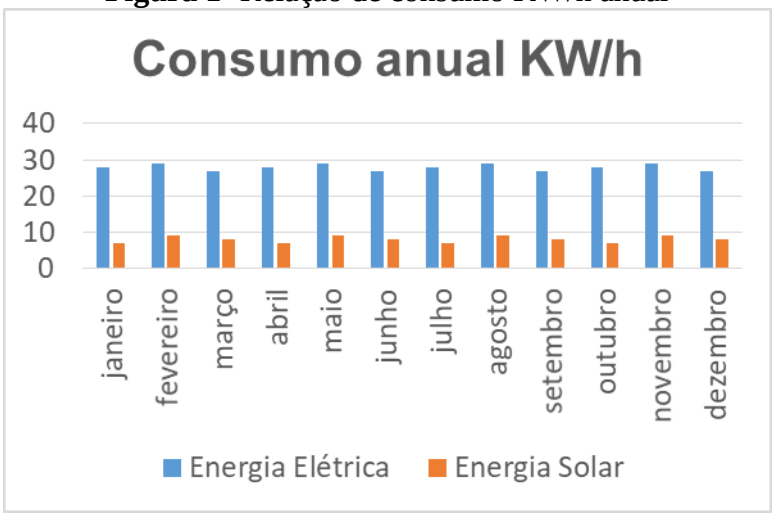
Fonte: GBC Brasil (2017).

Pode-se imaginar que com as diversas normas e práticas a serem seguidas na implantação de práticas sustentáveis, encareçam o projeto. Porém é justamente o contrário, nas escolhas de equipamentos atuais, com baixo consumo de energia, preserva-se recursos, e em médio a longo prazo trazem retorno financeiro.

## 3 ESTUDO DE CASO

O Edifício Sustentável não trará apenas resultados estéticos, visuais e ambientais, mas terá também o potencial de dar um retorno econômico considerável ao consumidor e aos geradores da ideia (CARVALHO, 2017). Por ser usado energia solar através das placas fotovoltaicas, o prédio comercial terá uma economia em relação ao custo energético podendo chegar à 70% em relação aos concorrentes. A relação de consumo KW/h anual mostra ser significativa como mostra a figura 1.

**Figura 1-** Relação de consumo KW/h anual




Fonte: Gráfico constituído por autores

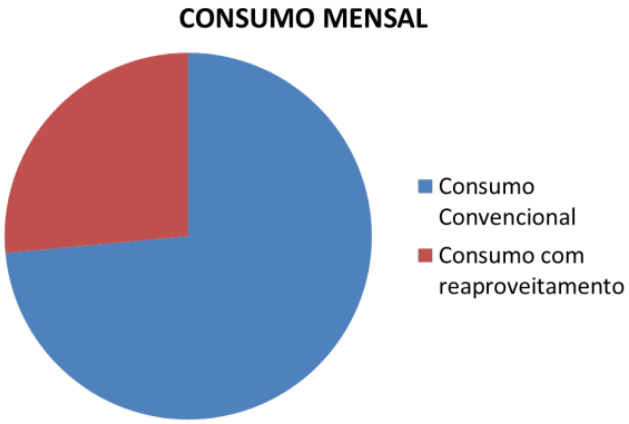
Se adotarmos R$ 0,70 o KW/h, a economia mensal do prédio comercial seria cerca de R$ 16.000,00, e anualmente chegaria a R$ 192.000, tendo um resultado muito expressivo e certamente sendo um diferencia no balanço final das finanças do empreendimento.

Podemos observar uma diferença de consumo entre os meses de fevereiro e julho, onde no mês de fevereiro, com temperaturas mais altas o consumo é maior, pois os recursos de refrigeração são utilizados com mais frequência e intensidade, em julho as temperaturas são menores, baixando o consumo de energia.

Pelo fato de possuir uma climatização natural os prédios otimizarão de maneira considerável o consumo de energia, sendo opcional o uso de recursos como ventiladores e ar condicionado, o clima será realmente muito agradável não tendo a necessidade da utilização de tais recursos como na maioria dos empreendimentos urbanos, onde o calor geralmente é muito grande incomodando quase de maneira geral o consumidor.

A reutilização da água também será um ganho financeiro, onde o consumidor não irá desperdiçar e gerará um gasto bem menor, fixo e sustentável. A média de consumo de água mensal em prédios comerciais é de 5.000 litros/dia, utilizando o reaproveitamento, reduziria em 1.800 litros/dia, tendo uma economia de R$ 2.600 por dia. Conforme indica figura 2.

**Figura 2-** Relação de consumo KW/h anual




Fonte: Constituída por autores

O projeto então mostra ser atrativo ao consumidor, pela sua frente paisagística e moderna e dando benefícios não encontrados em outros empreendimentos, gerará uma procura maior e o lucro será eminente a medida que o custo do florestamento do prédio não será maior do que se fosse desenvolver uma fachada mais moderna e chamativa, tendo também custos com manutenção bem menores, e pelos benefícios que serão disponibilizados o valor de aluguel cobrado poderá ser maior do que o da concorrência.

## 4 CONCLUSÃO

Como forma de potenciar a aproximação do ser humano com o ambiente natural, local propício e gerador de qualidade de vida, o edifício sustentável assume como uma forte alternativa à escassez referida.

As estruturas verdes adotadas contribuem para melhorias no conforto térmico e acústico dos ocupantes do edifício e consequente poupança energética, melhorias para a qualidade do ar exterior, diminuição do efeito “ilha de calor”, devido ao aumentando de área “verde” das cidades.

## REFERÊNCIAS


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2007 - Água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.213:1992 - Projeto de captação de** água **de superfície para abastecimento público: procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais: procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16274:2014 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede**: **requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16001:2012 – Responsabilidade social – Sistema de Gestão: requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BRASIL. **Lei n. 6938:1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e o incentivo ao estudo e pesquisa de tecnologias para o uso racional dos recursos ambientais.

ALVES et al. **Procedimento para análise da viabilidade de implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em centros urbanos por meio de diagramas de pré-dimensionamento.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos**,** Porto Alegre, v. 22, e. 60, 2017.

BARBASSA et al. **Poço de infiltração para controle de enchentes na fonte: avaliação das condições de operação e manutenção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 91-107, 2014.

BOND et al. **Percepção da paisagem sonora no parque da represa em São José do Rio Preto, SP**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 143-160, 2018.

CASAS et al. **Ciencia para la sustentabilidade: Investigación, Educacióny processos participativos.** Revista Mexicana de Biodiversidad. v. 88, p. 113–128, 2017.

CARVALHO et al**. Alternativas financeiras para viabilizar projetos de micro geração distribuída com energia solar fotovoltaica**. Revista de Administração Mackenzie, São Paulo, v. 18(1), p. 120-147, 2017

CRISTALDO et al. **Previsão probabilística de enchentes para uma pequena bacia hidrográfica do Pantanal.** Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 13, n. 4, e. 1988, 2018.

FAJERSZTAJN et al**. How can ecological urbanism promote human health.** Brazilian Journal of Urban Management. V. 8(1), p. 77-95, 2016.

FILHO et al. **Análise de orçamentação sobre o reuso da água da chuva.** Projectus. Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 62-78, 2017.

LOPEZ et al. **Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control**. Associação Nacional de Tecnologia. Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 161-175, 2018.

LEONARDO et al. **Nanomateriais: Conversão de Energia Solar**. Grandes áreas da nanotecnologia e suas aplicações. V. 2, p. 3-40, 2015.

LUNA et al. **Solar Phtovoltaic Distributed Generation in Brazil: The case of resolution 482/2012**. Energy Procedia, v. 159, p. 484–490, 2019.

MARQUES et al. **Consumo de água e energia em canteiros de obra: um estudo de caso do diagnóstico a ações visando à sustentabilidade.** Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 79-90, out./dez. 2017.

MARQUES et al. **Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros.** Revista Brasileira de Gestão Urbana. Vitória, v.10. p. 186-196, 2018.

MATHEUS et al. **Desempenho térmico de envoltórias vegetada sem edificações no sudeste brasileiro**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 71-81, 2016.

MINELLA et al. **Proposição do índice "fração vegetada" e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 353-371, 2017.

MONTEIRO et al. **O papel dos pequenos ruminantes na mudança climática global**. Acta Scietiarum. V.40, e. 43124, 2018.

MUSSI et al. **Contemporary urban planning: the importance and consequences of citizen participation in the processes and decisions about urban space.** INTERAÇÕES, Campo Grande, MS, v. 19, n. 4, p. 699-712, 2018.

NETO et al. **Teto verde: construção sustentável e reaproximação do homem a ambientes verdes em Manaus**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, v. 08, p. 114-127, 2018.

NUNES et al. **Planejamento urbano, arquitetura e urbanismo: a serviços de uma outra geografia? Brasilmar Ferreira Nunes (em memória).** Revista Sociedade e Estado 30 anos, v. 31, p. 989-1001, 2017.

OLIVEIRA et al. **Impacto econômico da construção sustentável: a reforma do Estádio do Mineirão**. URBE. V. 11, e. 20180031, 2019.

SANTOS et al. **Variação Diária e Estacional do Microclima Urbano em Ruas Arborizadas de Curitiba-PR**. Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 13, n. 5, e. 2092, 2018.

SILVA et al. **Future scenarios of thermal bioclimatic conditions in a humid tropical city under urban development**. Revista Ambiente e Água. Taubaté. V. 13, n. 5, e. 2092, 2018.

SOARES et al. **Aproveitamento de águas pluviais em instituição de ensino.** Projectus. Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 62-78, 2017.

TEIXEIRA et al. **Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, 2017.