

## **Conceitos de Frequências Sonoras da Natureza Aplicados na Arquitetura Bioclimática**

### ***Concepts of Nature's Sound Frequencies Applied in Bioclimatic Architecture***

**Marco Antonio Souza Borges Netto, Mestre, Arquiteto Urbanista**

marcoborgesnetto@gmail.com

**Gabrielly Anunciato de Matos, Graduanda em Arquitetura, UNESC**

anunciato.gabrielly@gmail.com

**Gentil Silva Gonçalves, Graduando em Arquitetura, FSP**

gentilsilvagon@hotmail.com

**Fernando José da Silva, Doutor, UFMG**

fernandojsilva@ufmg.br

#### **Resumo**

Tendo um cenário de urbanização generalizado, e problemas identificados de ruídos ambientais severos, este artigo tem o objetivo de analisar o uso de arquitetura bioclimática, trabalhando a imersão do ocupante do ambiente em situações naturais, analisando seus efeitos através da bioarquitetura. Fez-se um breve levantamento sobre o uso de arquitetura bioclimática, com alguns resultados em aspectos de conforto acústico, som ambiente com a frequência da natureza além de padrões harmônicos da natureza, possibilitando boas inferências no sistema fisiológico humano. Identificou-se que em geral, idosos, crianças são pessoas com sistemas de defesa mais vulneráveis, e que costumam ser os mais afetados. Deste modo, espera-se que este artigo com este levantamento possa incentivar projetos arquitetônicos, em planejar aplicação de conceitos da natureza em prol de um ambiente favorável e harmônico através de uma bioarquitetura.

**Palavras-chave:** Arquitetura Bioclimática; Frequência Sonora; Natureza; Conforto Ambiental; Percepção.

#### ***Abstract***

*In a scenario of widespread urbanization, and problems identified with severe environmental noise, this article aims to analyze the use of bioclimatic architecture, working the immersion of the occupant of the environment in natural situations, analyzing its effects through bioarchitecture. A*

*brief survey was made on the use of bioclimatic architecture, with some results in aspects of acoustic comfort, ambient sound with the frequency of nature, in addition to nature's harmonic patterns, enabling good inferences in the human physiological system. It was identified that in general, the elderly, children are people with the most vulnerable defense systems, and who are usually the most affected. Thus, it is hoped that this article with this survey can encourage architectural projects, in planning the application of concepts of nature in favor of a favorable and harmonious environment through a bioarchitecture.*

**Keywords:** *Bioclimatic Architecture; Sound Frequency; Nature; Environmental comfort; Perception*

## 1. Introdução

Observando a existência de diferentes maneiras de viver entre cidades de portes distintos, com poluição visual e sonora, identifica-se que estes fatores podem influenciar na saúde das pessoas. Soluções preliminares são pesquisadas para apropriação de elementos da natureza, como a cor e o som advindo de animais e florestas, que podem melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Dados da ONU apontam que cerca de três milhões de pessoas migram para cidades mundo afora a cada semana, principalmente em países em desenvolvimento. O contingente de pessoas morando em zonas urbanas representa em 2018, 55,3% da população mundial (UNITED NATIONS, 2018). O número de moradores de cidades deve chegar a 6,3 bilhões em 2050. Na América Latina e Caribe, as cidades já abrigam cerca de 80% da população total da região.

Brito (2017) observa que a “poluição sonora, de luzes, ambientes mais fechados, prédios altos, por exemplo, dão aquela sensação de estar fechado num determinado ambiente”. Daí que muitas pessoas identificam aspectos de irritabilidade, cansaço e desestímulos à realização de atividades diárias do ser humano.

Este artigo tem o objetivo de analisar o uso de arquitetura bioclimática, no sentido de trazer uma melhor imersão do morador ao ambiente no qual o ser humano está inserido, analisando seus efeitos na bioarquitetura.

Aspectos de conforto acústico, implantando som ambiente com a frequência da natureza dentro da residência, ou para um local reservado para concentração, e padrões harmônicos da natureza serão observados no nosso sistema fisiológico.

## 2. Arquitetura e a Natureza

A arquitetura bioclimática é a integração da arquitetura com a natureza (Figura 1). Tem como principal função a economia de energia, trazendo benefícios como umidificação do ar no interior da residência, possibilitando troca térmica com as vegetações presentes, trazendo certo conforto térmico e acústico. A arquitetura bioclimática traz para o lar do indivíduo a tranquilidade da natureza de acordo com o ecossistema em que o mesmo está inserido. Segundo Souza (2014), a arquitetura bioclimática estuda “os efeitos do ambiente

físico sobre os organismos vivos. Na esfera da arquitetura, a bioclimatologia fornece dados sobre o ambiente físico para projetar edificações, possibilitando uma arquitetura mais sustentável e eficiente em termos de conforto humano”.



**Figura 1: integração da arquitetura com a natureza. Fonte: Archtrends Portobello.**

Para se aplicar a arquitetura bioclimática, são necessários diversos estudos locais com foco na climatologia do local. Ela busca imergir o morador no meio mais natural possível dentro de seu próprio ambiente. Sendo assim, estudar todos os fatores que possibilitam uma aplicação dessa arquitetura com eficiência e baixo custo é essencial para a perduração da mesma.

O estudo do ambiente físico reúne diversos fatores climáticos, como por exemplo, o sol, a latitude, a altitude, os ventos, as massas de terra e a água, a topografia, a vegetação o solo entre outros e as características dos seus elementos como a temperatura, umidade e os movimentos das massas de ar e as precipitações. Tornam-se, desse modo, dados importantes para o desenvolvimento do projeto e da compressão dos fatores e elementos para o que deve ser controlado no ambiente, a fim de se obter os resultados esperados para o projeto. (ROMERO, 2000).

A arquitetura bioclimática busca de maneira natural o melhor conforto para o indivíduo e para o coletivo. É feito um comparativo com os níveis de sensibilidade climática de cada pessoa, dessa forma, gerando o ambiente mais confortável possível (Figura 2), como ventos cruzados, disposição do imóvel em relação ao sol, e controles internos de temperatura e umidade.

Romero (2000) apresenta que “os níveis de conforto ambiental são baseados nas sensações humanas confrontadas com os elementos climáticos, em especial a temperatura, a radiação, a umidade e o movimento do ar”. Estes fatores atuam diretamente na percepção térmica do ser humano.

Na arquitetura bioclimática é o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do meio através de sua envoltura (paredes, pisos, coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra) e, ainda, através do aproveitamento dos elementos e fatores do clima para melhor controle do vento e do sol. (ROMERO, 2000).



**Figura 2: Arquitetura bioclimática, conforto ambiental. Fonte: Rafael Loschiavo Miranda, arquiteto ecoeficiente.**

A arquitetura bioclimática permite uma maior imersão do morador com a natureza, isso por que ela busca uma harmonização das construções com o meio ambiente. A localização final da obra deve ser planejada, de modo que esta harmonia se dará somente se as características internas estiverem em consonância com as externas. A autora mostra ainda que “a moradia é um refúgio que resguarda e beneficia o ser humano frente ao clima” (ROMERO, 2000). Como existem no mundo diversos climas, a habitação precisa oferecer ao homem condições de proteção e conforto para sua subsistência, seja onde ela estiver, num país de clima tropical, frio ou árido.

Assim, este conforto ambiental em que se vive influi diretamente na maneira de agir e pensar de cada um. A natureza presente na arquitetura bioclimática propicia bons resultados fisiológicos e mentais; como outros seres vivos, o homem é capaz de viver em condições adversas, se puder obter alimentos. E contudo, só poderá alcançar um bom desenvolvimento físico, mental e social se estiver em condições ambientais adequadas para a realização de suas atividades em geral.

## 2.1 Interação com a Natureza

Desde os primórdios, os ancestrais do homo sapiens, bem como ele mesmo, utilizaram da natureza para sobreviver, criando ferramentas e moradia (TUTTLE, 2021). E no decorrer do tempo, grandes inventores fizeram seu marco na história, como Albert Einstein e a teoria da relatividade em 1905 (RENN, 2005), Isaac Newton e as Leis de Movimento em 1687 (ANTUNES, GALHARDO e HERNASKI, 2018), Charles Darwin e a Seleção Natural (PIMENTA, 2018) entre outros grandes nomes, em épocas em que explorar o mundo e natureza era novo e incógnito. Essa evolução nas posições intelectuais e ideológicas aprimoraram novas descobertas, novas tecnologias, pesquisas e invenções, onde o ser humano mudou seu ambiente de convívio, se fechou em laboratórios e salas com inteligência artificial, e ambientes com ar climatizado. Os hábitos da humanidade

mudaram muito nos últimos anos, e o contato direto com a natureza foi deixado de lado, fazendo com que a correria do dia a dia não permitisse algumas pessoas terem tempo de qualidade.

A área urbana tem sido conhecida como floresta de concreto (MACHADO, 2020), onde os prédios têm tomado conta do nosso entorno. Com a ausência da natureza no cotidiano do ser humano urbanizado, vários distúrbios de saúde mental, como a depressão, Síndrome de Burnout, ou mesmo o estresse, entre outras enfermidades, têm aparecido entre as pessoas (TRIGO, TENG e HALLAK, 2007).

Fugas temporárias para o contato com a natureza, seja em praias, trilhas, parques ou zona rural, têm transmitido sensação de bem-estar ao ser humano; algumas pessoas usam uma fala popular, como por exemplo, “restabelecendo as energias”. Esse sentimento de tranquilidade mental que as pessoas sentem, influenciadas pela natureza, permite com que o corpo humano reaja de forma espontânea a esses sentidos. Barbosa (2014) aponta que o relaxamento foi comprovado em estudos realizados na Universidade de Wisconsin. Ao analisar os dados da pesquisa sobre a saúde e bem-estar da população local, os cientistas observaram que os “altos níveis de espaços verdes foram associados com sintomas mais baixos de ansiedade, depressão e estresse”.

Cansado de ter que ficar constantemente alerta e consciente aos estímulos da correria do dia a dia, o cérebro humano se recupera ao percorrer um caminho repleto de árvores e estímulos naturais. Dentro dessa lógica, até mesmo visualizar espaços verdes da janela do escritório pode ser reconfortante. O efeito do relaxamento foi confirmado pelo estudo indicado por Barbosa (2014), que recomenda que um passeio no parque possa dar um jeito rápido no problema do estresse diário, evitando a fadiga mental da vida urbana.

Furnass (1979) descobriu que uma experiência da natureza pode ajudar a fortalecer as atividades do hemisfério direito do cérebro e restaurar a harmonia das funções do cérebro como um todo. Rohde e Kendle (1997) descobriram que estar em ambientes naturais invoca uma sensação de "unidade" com a natureza e o universo, e que estar na natureza pode levar a experiências transcendentais.

Daudén (2018) aponta que a integração da natureza no projeto arquitetônico é fundamental para o melhoramento da qualidade de vida. Um exemplo de *biomimese* é que estudos mostram o quão a cor verde, encontrada também em plantas, transmite a sensação de relaxamento ao ser humano (LACY, 1996). Esta autora relata experiências com algumas pessoas expostas a determinadas cores, por exemplo, sobre a cor verde:

Chegaram à sala verde, pôde-se perceber o alívio no semblante dos participantes por entrar num ambiente mais calmo! Algumas pessoas se sentaram, outras colocaram os pés para cima e descruzaram os braços (sempre um sinal de relaxamento). A conversa foi mais tranquila do que nos aposentos laranja e amarelo; era como se os presentes preferissem absorver a cor do que falar sobre ela. Acharam-na repousante e tranquilizante, embora várias pessoas tenham afirmado não gostar do verde. (LACY, 1996).

Depara-se com uma questão-problema: é possível adotar a *biomimese* em projetos de arquitetura capazes de reproduzir os sons da natureza? Como o uso da cor verde, tal qual é a cor predominante das florestas, árvores, e da vegetação pode criar ambientes capazes de garantir uma qualidade de vida melhor? Aliando-se sons da natureza e suas cores, ambientes podem ser transformados em prol da saúde dos seus ocupantes.

### 3. Ruídos e Conceito de Conforto Acústico

Apesar de não ser a causa direta de problemas relacionados à saúde mental ou cardíaca, o desconforto provocado por ruídos intensos pode agravar sintomas relacionados à ansiedade, à instabilidade emocional, às alterações de humor, ao estresse e ao nervosismo.

Os ruídos alteram a condição normal de audição e de comunicação, e isso pode ocorrer tanto por sequência (sons repetitivos, baixos ou não) quanto por intensidade (sons altos). Há pessoas mais ou menos tolerantes às consequências dos sons altos no ambiente. Mas, em geral, idosos, crianças e pessoas com tendência à depressão, que têm mecanismos de defesa mais vulneráveis, costumam ser os mais afetados.

A exposição por um longo período a sons acima de 65 decibéis (métrica de intensidade ou volume dos sons) ou a ruídos agudos entre 80 e 85 decibéis pode ativar respostas hormonais e do sistema nervoso. Um liquidificador, por exemplo, atinge 75 decibéis, em média. Um show de rock chega a aproximadamente 110 decibéis. As turbinas de um avião, por volta de 120 decibéis. E uma rua de trânsito intenso alcança 85 decibéis (SUN et al, (2021). Essa intensidade sonora provoca reações no corpo humano. Sun et al (2021) mostram ainda que o ruído leva a uma maior produção de cortisol, conhecido como "o hormônio do estresse". E o estresse, por sua vez, repercute em todo organismo, acarretando no aumento da pressão arterial e dos batimentos cardíacos, podendo causar danos cardiovasculares. Também provoca ansiedade, déficit de atenção, perda de memória, distúrbios de sono e dores de cabeça.

Os órgãos sensoriais humanos funcionam em resposta às diferenças geométricas ou proporcionais (e não quantitativas) inerentes aos estímulos que recebem. Quando se aspira um perfume de uma flor, o sentido olfato não responde às substâncias químicas e sim à geometria de sua construção molecular. Ou seja, qualquer substância química que apresente a mesma geometria das substâncias de uma rosa, por exemplo, terá a mesma fragrância que a dela.

Nas palavras de Robert Lawlor:

Não ouvimos simples diferenças quantitativas na frequência das ondas sonoras, mas antes as diferenças proporcionais e logarítmicas entre frequências, sendo a expansão logarítmica a base das espirais geométricas. [...] Nossas diferentes faculdades perceptivas, tais como a visão, o ouvido, o tato e o olfato, são, pois o resultado de diferentes reduções proporcionais de um vasto espectro de frequências vibratórias. (LAWLOR, 1996, p. 4).

A natureza fundamental da matéria tem sido estudada com uma grande ênfase no ponto de vista da substância (partículas, quantum), mas atualmente tem ganhado mais aceitação a idéia de que a natureza fundamental do mundo material pode ser mais conhecida através do estudo da organização subjacente de suas formas ou ondas (CELUQUE, 43, 2004).

Neste âmbito, o conforto acústico abrange muito mais aspectos do que somente isolamento de paredes e tetos para a não penetração do som externo no ambiente interno, ou do ambiente interno para o externo. O conforto acústico pode trabalhar em todos os aspectos relacionados ao bem-estar sonoro, bem como o bem-estar no silêncio.

O som está presente em todas as atividades humanas, e atualmente está sendo motivo de várias divergências judiciais, pelas consequências físicas e psicológicas que apresentam no homem urbano como stress, fadiga, dores de cabeça, doenças ocupacionais, perda auditiva, distúrbios cardiovasculares, dentre outros. Quanto aos aspectos psicológicos, a exposição

ao ruído pode levar à perda de concentração e de reflexos, irritação permanente, perturbações do sono, sensação de insegurança, entre outros (SILVA, 2011).

Existe o som, mas também existe o silêncio, no silêncio também é possível reduzir os índices de ansiedade, stress, pensamentos acelerados e receber a tranquilidade tão desejada. Alguns minutos em silêncio pode fazer a diferença durante todo o dia, é possível organizarmos melhor nossos pensamentos e conseqüentemente as nossas atitudes.

A partir dessas definições pode-se notar que apesar do silêncio possuir um sentido universal referido a não emissão de sons, o dicionário também revela outro sentido, a saber, o da singularidade. Singularidade em psicanálise está diretamente relacionada à existência de um sujeito, o qual por motivos subjetivos, se recusa a fazer uso da linguagem. (OLIVEIRA, CAMPISTA, 2007).

Lemos (1994, in SILVA, 2011, p 36) mostra que a arquitetura se faz presente em todas as criações na natureza, ela se faz presente até na música, indicando que a cimática comprova essa afirmação. Cada faixa de frequência modela o ar, a luz, a matéria ou a água, de tal maneira que apresente uma forma geometria específica.

O ritmo musical implantado nos ambientes movimenta de certa forma o ritmo que se deve ter no determinado local. Se for necessário um fluxo mais rápido de pessoas no ambiente, é necessário um ritmo mais acelerado e conturbado. Caso precise de um ambiente mais tranquilo, onde os clientes se sintam confortáveis, é preciso um ritmo mais harmonioso, voltado à natureza, ou a instrumentos que ressoem um som mais harmônico.

Goldman (1994, in COSTA, 2017) afirma que “determinados sons e até vogais específicas geram um comprimento de onda, e esta vibração será responsável pela sensação obtida ativando (ou não) o determinado chakra”. Assim, para este autor, a voz humana é vital nesse processo pois, “além de ser mais acessível nos permite canalizar a intenção, para ele a frequência exata mais a intenção pode ser capaz de promover curas”.

É o que ocorre com a música. Weigsding e Barbosa (2015) mostram que a música possui uma representação neuropsicológica extensa, com acesso direto à afetividade, controle de impulsos, emoções e motivação, bem maior que qualquer outra forma de arte. Ela pode “estimular a memória não verbal por meio das áreas associativas secundárias as quais permitem acesso direto ao sistema de percepções integradas ligadas às áreas associativas de confluência cerebral que unificam as várias sensações”.

Assim, o conforto acústico engloba todos os aspectos necessários para haver conforto sonoro de qualidade, que esbanje harmonia no ambiente, refletindo assim no equilíbrio mental e emocional das pessoas.

### **3.1 A Frequência da Natureza: 432 Hz**

Existem padrões vibratórios, esses padrões influem na forma geométrica, como também, emanam energia. Na natureza existe um padrão vibratório, um padrão que vibra de acordo com harmônicos da natureza. Cada partícula que existente na matéria ou no espaço está em vibração, a faixa de frequência que envolve cada elemento é que dá forma à vida. Nikola Tesla (1856-1943) afirma que “se você deseja descobrir os segredos do universo, pense em termos de energia, frequência e vibração”. O simples contato com a natureza pode trazer benefícios ao ser humano.

Campbell (1989, p.187) demonstra que “o universo inteiro está construído e em sintonia com a série harmônica: 72, 144, 432 e assim sucessivamente”. Esta frequência de 432 Hz está em harmonia com os batimentos cardíacos, como também, auxilia na redução da pressão arterial. Isso acontece porque o corpo humano é composto por mais de 70% de água. Dessa forma, as moléculas de água são moldadas pelas frequências nas quais elas estão sendo expostas. A natureza em si é pura frequência, tanto no sentido de pureza, quanto no sentido de ser vibração.

No dia a dia, usa-se a palavra proporção ou para a relação comparativa entre partes de coisas com respeito a tamanho ou quantidade, ou quando se descreve uma relação harmoniosa entre diferentes partes. Na matemática, o termo proporção é usado para descrever uma igualdade do tipo nove está para três assim como seis está para dois. Para Lívio (2014, p.213) a Razão Áurea fornece uma instigante mistura das duas acepções, já que, embora seja matematicamente definida, considera-se que revela qualidades harmoniosas.

Ainda assim, a matemática e a música estabelecem entre si uma relação histórica, desde o tempo dos Gregos. Pitágoras e os seus seguidores fizeram muitas descobertas em música. A aplicação da Proporção Áurea à música tem sido muito frequente. Bach e Beethoven teriam-na utilizada, bem como Debussy e Béla Bartók. Em Debussy (1862-1918), a Proporção Áurea ocorre frequentemente para controlar a forma e “vitalidade” da sua música. Desde Pitágoras, na Grécia Antiga, até hoje, existe a aplicação matemática na música para alcançar acordes harmônicos que alcancem a melhor sensação para quem ouve.

#### **4. Estudo de caso e discussão**

Atualmente já é possível ter um projeto sonoro para a residência, fazendo assim parte dos projetos complementares. A integração do projeto sonoro de uma residência já em seu primórdio facilita projeto e instalação, pois no futuro não há necessidade de cortar o forro ou fazer reajustes para a adequação do sistema de som. Esse sistema sonoro pode ser distribuído por toda residência ou escritório; assim, unindo-se à arquitetura bioclimática, é possível reproduzir essa frequência com o som ambiente, com um tom puro de fundo na base de 432 Hz, ecoando sons de pássaros ao amanhecer, ou som das águas e cachoeiras ao meio dia e som de grilos e animais noturnos durante a noite, em primeiro plano. Isso de maneira automatizada ou de acordo com o querer do cliente, que também poderá modificar os sons de acordo com o seu gosto, utilizando o que melhor lhe agrada, trazendo mais tranquilidade e clareza de raciocínio. Os tons puros são a reprodução do som da vibração em determinada faixa de frequência, ou seja, é o tom sem oscilações.

Michalski (2017) mostra que o som é a sensação auditiva que os ouvidos são capazes de detectar propagando-se no meio através da vibração de partículas do meio em torno da posição de equilíbrio. Vários outros estudos relatam que o nível de ruído nas cidades metropolitanas excede os limites padrão especificados. Bhargawa (2001) mostra também que o ruído é responsável pelo aumento da incidência de surdez entre os habitantes nas grandes cidades. Bond (1996) relata que 16% das pessoas na Europa estão expostas a 40 dB ou mais de ruído do tráfego em seus quartos à noite.

Com objetivo de redução de ruídos não desejados em ambientes residenciais, uma empresa brasileira chamada Ecotelhado (ECOBARREIRA, 2019) desenvolveu uma tecnologia usando plantas como um isolante acústico, no qual nomeou de Ecobarreira Acústica, um muro vegetado com barreira acústica natural, como se pode observar na Figura 3:



**Figura 3: Muro vegetado com barreira acústica recém instalado. Foto: Ecotelhado.**

Pode-se definir esta Ecobarreira como uma cerca viva acústica que oferece proteção contra a poluição sonora, além de trazer mais harmonia ao meio ambiente, através de um design biofílico. Ela funciona da seguinte forma: as barreiras se mimetizam ao ambiente natural. Além disso, tornam-se mais atraentes na medida em que a vegetação cresce.

O isolamento ocasionado pela Ecobarreira Acústica se dá através da utilização de diferentes materiais: com duplo revestimento de placas de plástico reciclado intertravadas e uma camada central de fibra de côco, além da massa de vegetação crescendo pelos dois lados do muro. Já a barreira de ruído é composta por cinco componentes, que são individuais e se encaixam sem nenhum parafuso e/ou soldagem, diminuindo a possibilidade de falhas humanas na montagem do sistema. São eles:

- Estrutura de perfil metálico de sustentação;
- Placas laterais de plástico reciclado;
- Trancas centrais de plástico reciclado tipo guilhotina;
- Fibra de côco;
- Plantas diversas.

## 5. Considerações finais

Observou-se neste artigo um breve levantamento sobre o uso de arquitetura bioclimática, com resultados de imersão do ocupante do ambiente (seja ele residencial ou comercial) em ambientação voltada para características da natureza, analisando seus efeitos a partir dos conceitos da bioarquitetura. Outros aspectos analisados foram o de

conforto acústico, com possibilidade de implantação de som ambiente com a frequência da natureza dentro da residência, ou para um local reservado para concentração, além de padrões harmônicos da natureza que possibilitam boas inferências no sistema fisiológico humano.

Observou-se também que a área urbana é considerada uma “floresta de concreto” o que tem gerado, com seus ruídos, alteração nas condições normais de audição e comunicação. Em geral, idosos, crianças são as pessoas que possuem tendência à depressão, por possuírem sistemas de defesa mais vulneráveis, e assim, com ruídos presentes nos ambientes, costumam ser os mais afetados. Assim como o som, as cores são frequências eletromagnéticas, e possuem influências diretas no sistema fisiológico do corpo humano, como a cor verde que se encontra na frequência de 512 Hz, sendo assim a cor central da escala, e com efeito tranquilizante ao ambiente.

Portanto, o conforto acústico abrange muito mais aspectos do que apenas um isolamento de paredes e tetos para evitar o som externo ou de outros ambientes, trabalhando em todos os aspectos relacionados ao bem-estar sonoro, bem como o bem-estar no silêncio, buscando harmonia no ambiente, refletindo em equilíbrio mental e emocional para os ocupantes do ambiente, inclusive redução na pressão arterial. Espera-se que este artigo possa incentivar projetos arquitetônicos, na definição desde a fase de planejamento e projetual, aplicação de conceitos da natureza em prol de um ambiente favorável, harmônico e equilibrado através de uma bioarquitetura.

## Referências

ANTUNES, Camila A.; GALHARDI, Vinícius B.; HERNASKI, Carlos A. As leis de Newton e a estrutura Espaço-temporal da Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.40, n.3, e3311, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n3/1806-9126-RBEF-40-3-e3311.pdf> Acesso em 17/02/2021.

BARBOSA, Vanessa. **Quem mora perto de áreas verde é mais propenso à felicidade**. Exame, 2014. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/quem-vive-perto-de-areas-verdes-e-mais-propenso-a-felicidade/> Acesso em: 23/02/2021.

BHARGAWA, Gopal: **Desenvolvimento do planejamento urbano e regional da Índia no século 21**. Gian Publishing House, New Delhi, pp.115-116, 2001.

BOCCANERA, Nélio Barbosa; BOCCANERA, Silvia Fernandes Borges; BARBOSA, Maria Alves. As cores no ambiente de terapia intensiva: percepções de pacientes e profissionais. **Revista. Esc. Enferm. USP**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 343-349, Set/2006. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/reeusp/v40n3/v40n3a04.pdf>. Acesso em 17/02/2021. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342006000300005>.

BOND, Michael. **Atormentado pelo barulho**. New Scientist: 14-15, 1996, in DAVAR, Narendra Singh And S. C.; Noise Pollution-Sources, Effects and Control. Kamla-Raj, Haryana, India, J. Hum. Ecol. 16(3), p.181-187, mar.2004. Disponível em: <http://krepublishers.com/02-Journals/JHE/JHE-16-0-000-000-2004-Web/JHE-16-3-151-226-2004-Abst-PDF/JHE-16-3-181-187-2004-1160-Singh-N/JHE-16-3-181-187-2004-Singh-N.pdf> Acesso em 27/02/2021.

BRITO, Meyre. **Como a vida nos grandes centros urbanos afeta a saúde.** DW, 2017. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/como-a-vida-nos-grandes-centros-urbanos-afeta-a-sa%C3%BAde/a-38811781> Acesso em: 27/02/2021.

CAMPBELL, Joseph. **O Herói de Mil Faces.** São Paulo: Cultrix/Pensamento, 1989.

CELUQUE, Leonardo. **A Série de Fibonacci: Um Estudo um estudo das relações entre as ciências da complexidade e as artes.** Salvador: UFBA, Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências UFBA /UEFS, 2004. 99p.

COSTA, Christiane Santos Alves. **Mantras: sons, espiritualidade e qualidade de vida.** São Cristóvão SE: Universidade Federal de Sergipe, 2017.

DAUDÉN, Julia. **A natureza como coautora em projetos de arquitetura.** *ArchDaily*, 2018. Disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/888530/a-natureza-como-coautora-em-projetos-de-arquitetura> Acesso em: 27/02/2021.

ECOTELHADO. Ecobarreira Acústica. Ecotelhado design biofílico, 2019. Disponível em: <https://ecotelhado.com/>. Acesso em: 27/02/2021.

FURNASS, B. **Health values.** In: Messer, J. e Mosley, J. G. (eds) **The Value of National Parks to the Community.** University of Sydney, Australian Conservation Foundation, 1979.

LACY, Marie Louise. **Poder das cores no equilíbrio dos ambientes.** São Paulo: Pensamento, 1996. 18 p.

LAWLOR, Robert. **Geometria Sagrada.** Rio de Janeiro, Del Prado, 1996. Disponível em: <https://vdocuments.site/geometria-sagrada-robert-lawlor-2pdf.html>, acesso em 27/02/2021.

LÍVIO, Mário. **Razão Áurea: a história de Fi, um número surpreendente.** 6.ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.

MACHADO, Christopher N. Maurício. **Os Xamãs da Floresta de Concreto: uma jornada de auto encontro.** São Paulo: Ubu, 2020.

MICHALSKI, Ranny L. X. N.. **Conforto Ambiental & Acústica.** aut 0278 - **desempenho acústico, arquitetura e urbanismo.** FAU-USP, [s. d], Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/66394178/conceitos-basicos-acustica-design> Acesso em 30/08/2017.

OLIVEIRA, Vânia M.R. de; CAMPISTA, Valesca do R. O silêncio: multiplicidade de sentidos. In: **SINAIS - Revista Eletrônica - Ciências Sociais.** Vitória: CCHN, UFES, Edição n.02, v.1, Outubro. 2007. pp.107-120. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/sinais/article/view/2849> Acesso em 17/02/2021.

PIMENTA, Pedro Paulo. **Charles Darwin A origem das espécies por meio de seleção natural: a preservação das raças favorecidas na luta pela vida.** São Paulo: Ubu, 2018.

RENN, Jürgen. A física clássica de cabeça para baixo: como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 27-36, Mar. 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-)

[11172005000100004&lng=pt&tlng=pt](https://doi.org/10.1117/2005000100004&lng=pt&tlng=pt) Acesso em 17/02/2021.

ROHDE, C. L. E.; KENDLE, A. D. **Nature for people**. In KENDLE, A. D. e FORBES, S. (eds) *Urban Nature Conservação - Gestão da Paisagem Urbana* Campo. E. e F. N. Spon, London, pp. 319-335, 1997.

ROMERO, Marta Adriana B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. Copymarket, [s. l], p. 23-50, 2000. Disponível em: [http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios\\_bioclimticos\\_para\\_o\\_desenho\\_urbano.pdf](http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf) Acesso em 27/02/2021.

SILVA, Kleyton de Sena. **Conforto acústico na concepção do projeto de arquitetura: estudo de caso: igrejas evangélicas A Pioneira no município de Macapá**. Santana AP: Universidade Federal do Amapá, Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2011. Disponível em: <https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2020/07/Silva-2011-Conforto-acustico-na-concepcao-do-projeto-de-arqui.pdf> Acesso em 17/02/2021.

SOUZA, Adriana Sbroggio de. **Arquitetura bioclimática para instituição de ensino fundamental em São Gonçalo do Amarante/RN**. Natal RN: UFRN, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Mestrado. Dissertação, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/19452>. Acesso em: 27/02/2021.

SUN Gang; Lin X.; Yi X.; Zhang P.; Liu R.; Fu B.; Sun Y.; Li J.; Jiao S.; Tian T.; Xu XM.; Tseng KW.; Lin CH.; Aircraft noise, like heat stress, causes cognitive impairments via similar mechanisms in male mice. **Chemosphere**. 2021. Jan 22; 274:129739. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.129739. Epub ahead of print. PMID: 33529949.

TRIGO, Telma Ramos; TENG, Chei Tung; HALLAK, Jaime Eduardo Cecílio. Síndrome de burnout ou estafa profissional e os transtornos psiquiátricos. **Revista Psiquiatria Clínica**, São Paulo, v. 34, n. 5, pág. 223-233, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-60832007000500004> Acesso em 01/02/2021 <https://www.scielo.br/pdf/rpc/v34n5/a04v34n5.pdf>

TUTTLE, Russell Howard. **Evolução Humana**. Britannica, 2021. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/human-evolution> Acesso em: 27/02/2021.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects 2018**. ONU: Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics, 2018. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Download/>

WEIGSDING, Jessica Adriane; BARBOSA, Carmem Patrícia. **A influência da música no comportamento humano**. MUDI, v.18, n.2, p.47-62, 2015. Disponível em: [https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/issue/view/974/pdf\\_42](https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/issue/view/974/pdf_42) Acesso em 27/02/2021.