

Sensações e percepções advindas do espaço arquitetônico constituídas através das leis harmônicas musicais

*Sensations and perceptions arising from the architectural space
constituted through musical harmonic laws*

Leonardo Henrique Ferreira da Cruz

Graduando do curso de Arquitetura e Urbanismo (UNIPAM)

E-mail: leonardohenriquef@outlook.com

Bruno Batista Gonçalves

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: brunobg@unipam.edu.br

Resumo: Ao longo da história, o ser humano preocupou-se com a estética em suas criações, entremeadas de ciência e arte. Há uma relação entre música e arquitetura, mas, devido à complexidade inerente a essa análise, ela se torna quase subjetiva aos pesquisadores e usuários. No presente trabalho, procurou-se analisar a relação entre música e arquitetura quanto às sensações definidas pela harmonia funcional e sua materialização nas edificações, com objetivo de se avaliar se as sensações produzidas seriam equivalentes. Foi possível inferir que há similaridade entre as sensações dos usuários e as relações de aspectos arquitetônicos equivalentes às leis harmônicas musicais para quatro edificações analisadas.

Palavras-chave: Arquitetura. Harmonia. Harmonia funcional.

Abstract: Throughout history, human beings have been concerned with aesthetics in their creations, interspersed with science and art. There is a relationship between music and architecture, but due to the complexity inherent in this analysis, it becomes almost subjective to researchers and users. In the present work, we tried to analyze the relationship between music and architecture regarding the sensations defined by functional harmony and its materialization in buildings, with the objective of evaluating whether the sensations produced would be equivalent. It was possible to infer that there is similarity between the users' sensations and the relations of architectural aspects equivalent to the harmonic musical laws for four buildings analyzed.

Keywords: Architecture. Harmony. Functional harmony.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história o homem tem se preocupado com a noção da estética em suas criações. A necessidade o fez criar a ciência, e as artes sempre acompanharam esse progresso, por vezes se entranhando de tal forma que difícil é separar um aspecto do

outro. Arquitetos, por exemplo, desde a época da arquitetura clássica grega, empenharam-se em desenvolver edificações que retratassem o senso de estética, através das proporções e do equilíbrio. A música foi empregada por arquitetos no desenvolvimento de algumas edificações. Assim, o ritmo se traduziu na elaboração e disposição dos elementos geométricos componentes da arquitetura, por exemplo, e até mesmo elementos gráficos, como o pentagrama musical, foram representados nas edificações.

A criação de música adaptada às edificações se consolidou com compositores medievais, como Guillaume Dufay (1397-1474), época em que a música era constituída de simples melodias vocais que foram projetadas para ressoar no volume de grandes catedrais, com longos tempos de reverberação. A música foi sendo adaptada a esses espaços à medida que compositores criaram obras cada vez mais complexas. Ao final da Segunda Guerra Mundial, a ideia de que música poderia parecer arquitetura ganhou mais impulso. Essa correlação foi empregada pelo compositor e arquiteto Iannis Xenakis (1922-2001), que definiu os paralelos entre a forma das estruturas musicais e das construídas, resultando no Philips Pavilion em 1958.

A linha de pesquisa da Arquitetura Participativa, originada durante as décadas de 60 e 70, parte da premissa de estabelecer a relação entre música e edificações. Essa ideia tem antecedentes, incluindo compositores como Benjamin Britten e Edgard Varèse, e arquitetos como Renzo Piano e Carlo Scarpo. Na Austrália, o Instituto Real de Tecnologia de Melbourne, SIAL – Laboratório de Arquitetura da Informação Espacial, dedica-se a pesquisar a ecologia de sons e estruturas.

Sabe-se que a harmonia musical causa sensações nos ouvintes conforme as relações harmônicas que são empregadas. A harmonia funcional, um ramo mais recente, se preocupa em estabelecer essas percepções frente às relações determinadas pelas leis da harmonia tradicional. Vários pesquisadores analisaram a relação música \times arquitetura e até mesmo estabeleceram algumas analogias. No entanto não foi considerado, em tais análises, se as percepções advindas da materialização daquelas leis nas edificações ocasionariam as mesmas percepções intrínsecas à música. Tal questionamento constituiu-se na problemática aqui investigada. Assim, o objetivo é analisar se as relações harmônicas que foram materializadas em edificações causam as mesmas impressões ao usuário do que aquelas definidas pela harmonia funcional.

Em relação aos benefícios dessa constatação, pode-se considerar que, assim como a música clássica de Mozart ou Beethoven, a arquitetura deve conter um clímax, possuir uma sensação psicológica positiva (TWOMBLY, 1987). Essa condição pode ser ainda mais elevada considerando-se as impressões dos usuários. Assim, o design poderia fluir harmoniosamente em um relacionamento interpessoal, por exemplo, fazendo com que o arquiteto se torne o músico daquela obra. Portanto, a música e a arquitetura podem se relacionar na própria noção de ordem e tempo, inextricavelmente ligado à memória espacial e emocional do apreciador; atualmente, através da expressão digital, a arquitetura poderia, assim, alcançar novos patamares de supremacia criativa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

Por volta de 530 a.C., o matemático grego Pitágoras e seus discípulos acreditavam que o raciocínio matemático alimentava os pensamentos e o número natural não era visto como abstrato. Dessa forma, o matemático passou a ver os números naturais como o princípio de todas as coisas, e a música, parte da existência de uma harmonia universal. Através de estudos acerca dos sons, os pitagóricos formularam uma escala que se tornou a base da música ocidental.

Segundo Rasmussen (1964), Pitágoras iniciou seus estudos sobre os sons harmônicos a partir das marteladas de um ferreiro, concluindo que o som tinha relação entre as medidas e a razão entre o tamanho dos objetos que o produz. Após, Pitágoras passou a estudar a combinação de sons em um monocórdio, inferindo que as relações de comprimento de corda formados por razões numéricas inteiras produziam intervalos sonoros. Quando a corda do monocórdio estivesse esticada, equivalia a um som uníssono (1:1), ao pressionar a corda pela metade, produzia-se o diapasão (1:2), ou intervalo de uma oitava acima (ABDOUNUR, 2006).

Pitágoras, ao dividir a corda sucessivamente, encontrou relações matemáticas entre cada som, possibilitando o surgimento da escala diatônica pitagórica de sete sons harmônicos. A escala é formada por uma sucessão de quintas, e foi utilizada como base para a música medieval até o fim da era renascentista.

Para os discípulos pitagóricos, havia relações entre a música, a astronomia e a matemática. Assim surge a harmonia como parâmetro ordenador, para aquilo que é audivelmente agradável e em perfeita consonância. Passa-se a haver uma regência do mundo pela harmonia, e as leis das proporções harmônicas eram assim aceitas em todas as artes (RABELO, 2007).

Ao progredir em suas observações, os pitagóricos descobriram os números irracionais e delimitaram os princípios da razão áurea: razão harmônica entre dois segmentos. Se um seguimento de linha está dividido em duas partes desiguais, das quais a primeira (a) está para a segunda (b) assim como a segunda está para o todo, encontra-se assim a razão para o número de ouro, *phi* ($\Phi = 0,618; 1,618$) (RASMUSSEN, 1964).

Nos templos da arquitetura clássica, observam-se os ideais de proporções e equilíbrio, tanto em suas plantas quanto em suas fachadas, como no Partenon de Atenas com suas precisões de medidas e razões. Suas colunas representam ritmos proporcionais fortes e fracos alternantes. As colunas frontais correspondem à razão 3:4, um intervalo de quarta musical, e a planta baixa corresponde à razão 2:3, um diapente (DOCZI, 2005).

2.2 HARMONIA MUSICAL

Segundo Freitas (1997), a harmonia trata da disposição numa forma bem ordenada das partes de um todo. Em música, a harmonia tonal trata do estabelecimento de relações que são dispostas para determinadas finalidades e, portanto, articuladas em

“progressão” e não amontoadas em “sucessão”. Assim, a harmonia define as relações entre acordes e/ou aquelas constitutivas aos acordes (FREITAS, 1995).

A harmonia pode ser analisada também como um sistema, segundo Freitas (1997), uma vez que ela indica uma ordem e/ou um modo de discurso, o qual é constituído apenas quando suas partes constitutivas exercem influência recíproca. A harmonia é considerada tonal na condição de que todos os parâmetros envolvidos remetem a um único princípio, o qual aparece como fundamento tônico. Assim, todos os dados musicais se organizam entorno desse único centro, o qual é culturalmente definido como tonalidade (FREITAS, 1995).

A harmonia funcional estuda as sensações que os acordes e seus encadeamentos transmitem ao ouvinte. Simplificadamente, há três principais funções harmônicas: a) tônica: transmite uma sensação de repouso, estabilidade e finalização; promovendo, assim, a ideia de conclusão; b) dominante: transmite uma sensação de instabilidade e de tensão, criando a preparação para a tônica; c) subdominante: localiza-se entre as duas funções anteriores, gerando uma sensação de preparação com menor intensidade, podendo migrar tanto para a função dominante (intensificando a tensão) quanto para a tônica (repousando).

Uma distinção básica entre harmonia funcional e tradicional está na sequência dos acordes. Na harmonia funcional, os acordes são blocos “prontos” que resumem a relação entre as vozes que os formam. Portanto, a condução de vozes não entra em mérito na harmonia funcional (ALMADA, 2010). Obviamente, há várias outras diferenças entre essas duas acepções de estudo da harmonia, e é importante ressaltar que a harmonia funcional possui sua base sobre a tradicional e, em decorrência da necessidade prática, ela vem se distinguindo e se consolidando.

2.3 HARMONIA NA ARQUITETURA

Por séculos, arquitetos propuseram teorias de proporção como justificativa estética para suas escolhas, de tal forma que essas geometrias unificassem a construção visual, com senso de ordem e continuidade. Conforme Biembegut (1996), onde houver harmonia lá se encontra o número de ouro. Esse pensamento se desdobrou e permeou além da cultura clássica, conforme Rabelo (2007).

Harmonia na arquitetura é criar ordem com simetria, como um senso universal de beleza que pode ser aplicado tanto aos seres humanos quanto às formas (MALLGRAVE, 2005). Conforme as crenças de Vitruvius (80 – 15 a.C.), a estrutura do design se baseia nas leis universais de proporção e simetria, e tais leis se comparam com a simetria do corpo humano.

Assim também são os fundamentos do filósofo e arquiteto Leon Battista Alberti (1404-1472), que declara a harmonia como uma relação de todas as partes entre si e que tudo era alimentado pelas leis matemáticas. O arquiteto descreve que cada parte do edifício é constituída de números, escala e ordem, que compõem os lineamentos do todo. Em sua visão, os lineamentos não são materiais, mas como uma projeção geral da forma (HENDRIX, 2004).

Charles-Edouard Jeanneret-Gris (1887-1965), conhecido como Le Corbusier, melhorou a aparência do design ao utilizar proporções do corpo humano de Vitruvius e tomou como referência do seu sistema modular a sua própria estatura, a razão áurea e os números de Fibonacci (PADOVAN, 1999).

Portanto, a ideia principal da simetria é trazer uma distribuição igual de formas ou peso para a estrutura, projetando assim um equilíbrio. O desenho é visto em duas partes de um eixo, onde existe a mesma quantidade de peso em cada lado. Na arquitetura clássica grega, essa simetria era geralmente centralizada no layout espacial do design, projetando a mesma imagem em ambos os lados. Assim, além de trazer o conceito de equilíbrio com simetria, é uma reflexão de beleza esteticamente agradável.

As proporções humanas encontram-se também na filosofia da perfeição, desde a inscrição a arquitetura (ROSSI, 2007). O equilíbrio simétrico dos gregos e egípcios era um objetivo sistêmico para seu ideal de perfeição; essa teoria percorreu o mundo e afetou diversos movimentos arquitetônicos.

No entanto, na década de 1920 e 1930, a arquitetura foi influenciada pela filosofia modernista de Bauhaus e sua distribuição assimétrica. Alguns arquitetos consideraram a assimetria como uma abordagem mais moderna e dinâmica, com uma distribuição desigual de peso, mas ainda trazendo equilíbrio ao espaço. O arquiteto alemão Walter Gropius (1883-1969), fundador da escola Bauhaus, sempre projetou com proporções assimétricas e objetivava criar uma impressão provocativa dos elementos da edificação. Semelhante ao conceito de Mies Van der Rohe, que procurava combinar simetria e design assimétrico, seu ideal era utilizar espaços usando contrastes de densidade, abertura, assimetria e simetria, convencido de que tal contraste provocaria tensão e proporcionaria uma experiência dinâmica (DROSTE, 2006).

De acordo com Hoffman (1993), após o período Bauhaus, a influência da assimetria se tornou mais regular. Elementos de ordem ainda continuaram a crescer, mas usando o caminho de uma estrutura mais natural chamada “estrutura orgânica” para produção de desenhos mais harmoniosos. Arquitetos como Frank Lloyd Wright (1867-1959), que empregou volumes equilibrados na expressão de projetos contextuais orgânicos com assimetria, ampliam essa noção. Assim, o design assimétrico foi o começo de uma solução não convencional de harmonia, influenciando a futura geração de arquitetos.

A arquitetura orgânica é baseada nas formas da natureza e como a arquitetura pode se integrar a ela. Santiago Calatrava (1951 - presente) não foi influenciado pelas medidas do corpo humano, mas pela incorporação de formas existentes do corpo humano dentro da arquitetura, através da observação de seus movimentos, gestos, posturas, fluxo e estrutura. Seu trabalho no planetário em Valência, o Olho da Sabedoria, foi construído para representar um olho completo devido à reflexão sobre a água (SHAHSHAHANI, 2004). Já a arquiteta Zaha Hadid (1950-2016) empregou em seu trabalho uma geometria irregular em formas orgânicas, a fim de traduzir a proporção harmoniosa em um processo dinâmico contemporâneo. No Museu Guggenheim em Taichung, a ideia ambiciosa de dois corredores principais que se fundem na parte central da arquitetura de forma natural sobrepõe a intervenção matemática para a junção das partes (MERTINS; SCHUMACHER, 2006).

2.4 RITMO MUSICAL E ARQUITETÔNICO

O termo ritmo (do grego *rhuthmos* – movimento regular) indica algo que flui, que apresenta movimento regular. Em música, o ritmo pode ser entendido como um movimento coordenado de pulso forte ou fraco. O ritmo é importante para se determinar a duração de cada som na música e a duração dos silêncios (MONTEIRO; ARTAXO, 2000). Na música, os componentes básicos do ritmo são o som e o silêncio, que são combinados para se formar determinados padrões sonoros. Tais padrões são repetidos ao longo de uma obra, que pode ter uma batida constante ou variável.

Outro conceito vinculado ao ritmo é o do compasso. De acordo com o tipo de compasso empregado, define-se o acento que as notas musicais assumirão na obra musical. O compasso determina como se dará a velocidade, a divisão e o agrupamento rítmico das notas (MONTEIRO; ARTAXO, 2000). Uma vez que a música é também considerada uma linguagem, pode-se avaliar o ritmo através do estudo da entoação e intensidade do discurso musical, definido como prosódia musical.

O ritmo transcende a música e compõe no espaço, para a arquitetura, intervalos entre elementos que fazem com que o usuário desfrute de sensações e de um movimento organizado. Como exemplos da aplicação de ritmo em edificações, pode-se citar o Coliseu Romano, um exemplar histórico de ritmo e repetição através de seus arcos.

De acordo com Ferreira (1999), o ritmo designa um movimento apresentado de uma maneira particular; observado através de elementos em uma composição ou de corpos à medida que avançam em uma sequência de espaços. Usando formulários repetidos, o padrão de mesmo tamanho, forma ou cor, podem-se sofrer alterações de quaisquer seções, porém a expressão rítmica permanecerá igual. Isso pode ser observado nas fachadas de um edifício, em que o ritmo pode ser regular, fluente ou progressivo.

O ritmo regular provém da repetição de um elemento por recorrência regular, em que os elementos repetidos são semelhantes em tamanho ou comprimento. Já o ritmo fluente fornece a sensação de movimento e é de natureza orgânica. Tal estado pode ser obtido através da transformação do elemento, porém mantendo o intervalo de movimento semelhante e o mesmo número de vértices e/ou polígonos do elemento (CHAN, 2012). O ritmo progressivo é a reverberação da forma ou formato de um ponto que cresce adicionalmente em uma determinada direção. Por exemplo, a forma com ritmo poderia ser gerada de maneira radial ou concêntrica sobre um ponto ao longo de um caminho com um intervalo gradual (CHING, 2015).

2.5 PERCEPÇÕES DE VOLUME E ESPAÇO NA ARQUITETURA

O espaço oferece possibilidades além do puramente visual e pode alcançar todos os sentidos do homem. “Você está na mesa embaralhando papéis e deixa cair alguma coisa. [...] Leva um ou dois segundos antes que você perceba e, mesmo assim, você só o conhece como uma distorção sem forma do espaço abundante em torno de seu corpo.” (DELILLO, 2002, p. 52).

Embora o ser humano esteja consciente até certo ponto de seu envolvimento visual no espaço e no tempo, sua qualidade multissensorial é reduzida quando se move através do espaço, ao longo de intervalos de tempo. Na arquitetura ocidental, a visão tem sido o mais importante dos sentidos, e como argumenta Pallasmaa (2002), o olho tende a levar ao desapego e seduzir pelo encontro enigmático e narcisista com as qualidades objetivas do mundo.

A exemplificação para o espaço em suas diferentes conotações é o Museu Judaico em Berlim, do arquiteto Daniel Libeskind (1946 - presente). Ele expressou, através de sua arquitetura, os ideais de ausência e invisibilidade, como forma de simbolizar o desaparecimento da cultura judaica; por meio de produção narrativa e emocional, ocasiona aos usuários sensação de “uma presença ausente” (SCHNEIDER; LIBESKIND, 1999).

2.6 ANALOGIA ENTRE MÚSICA E ARQUITETURA

Há diversas analogias música \times arquitetura, porém o estudo a respeito das leis harmônicas e sua correlação arquitetônica ainda é escasso, em contrapartida com as inúmeras inferências de ritmo, timbre, entre outros sobre a edificação. Dentre essas comparações, serão citadas nesta seção duas inferências e percepções realizadas por Jencks (2013).

Os templos gregos sintetizaram a construção em torno da performance musical, com atenção ao material empregado para a verberação do som. Suas colunas e intercolúnios criavam uma batida constante de sólido e vazio, similar ao staccato (ponto de diminuição, colocado abaixo ou acima da nota, visando diminuir o valor de uma figura musical em som e silêncio em iguais proporções). Os arquitetos convencionalizaram tais ritmos em função do espaço e do diâmetro da coluna, criando o picnostilo (1 $\frac{1}{2}$ diâmetro), a batida mais rápida do intercolúquio; o sistilo (2 diâmetros) e eustilo (2 $\frac{1}{4}$ diâmetros), usados para velocidades médias; e o diastilo (3 diâmetros) e areostilo (4 diâmetros) para ritmos lentos e imponentes. Apesar da harmonia geométrica, quando as colunas são vistas de forma oblíqua, a ondulação ornamental emerge em ritmos verticais mais acelerados.

No Museu do Holocausto, do arquiteto Peter Eisenman (1932 - presente), pode-se notar a arquitetura como arte percebida de forma variável, experimentado a partir de distâncias e velocidades de movimento, outra exemplificação de composição staccato. Eisenman descreveu seu projeto em um clima amedrontador que experimentou quando se perdeu em um milharal, sem qualquer sinal de orientação ou escala. Seu vasto e ondulado campo de blocos de concreto expressa essa sensação de pânico até o ápice de agorafobia¹. Assim como nos templos gregos, Eisenman utiliza o mesmo princípio musical, uma batida isolada e em staccato, e converge em presença e ausência, significado enfatizado quando os usuários do local aparecem e desaparecem aleatoriamente devido ao terreno irregular.

¹Fobia de se achar ou de atravessar sozinho grandes espaços abertos.

3 METODOLOGIA

A metodologia envolveu o aprofundamento conceitual nos tópicos inter-relacionados da música e da arquitetura e de aspectos históricos no desenvolvimento da arquitetura baseada na música. De modo geral, a metodologia envolveu:

- seleção de obras arquitetônicas: escolha das obras a serem analisadas, considerando-se aspectos como período, região, tipologia da edificação e arquitetos responsáveis.
- análise harmônica musical x arquitetural: análise das leis harmônicas musicais estabelecidas e suas funções, a fim de definir os padrões e as sensações provocadas nos ouvintes, e investigar sua possível materialização nas edificações.
- aspectos arquitetônicos funcionais: ponderações acerca das sensações que a edificação provoca ao usuário e se elas têm correlação para com aquelas definidas pela harmonia funcional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES²

Oukawa (2010) infere análise musical como um assunto consolidado enquanto disciplina, diferente da análise arquitetônica; e quando comparados, vê-se a análise da arquitetura como algo útil e necessário. A falta dessa disciplina compromete, por exemplo, o desempenho da crítica arquitetônica, da prática de projeto, e permite análises subjetivas para tal exercício, já que ambos dependem do domínio da linguagem do projeto arquitetônico.

Assim sendo, a análise arquitetônica, embasada nos próprios parâmetros da arquitetura, não objetivou definir correspondências fixas nem mesmo uma tradução literal, apenas evidenciar as suspeitas necessárias para se desenvolver um estudo comparativo. Segundo Costa (2005), uma ferramenta analítica necessita de flexibilidade, que não pretenda ser absoluta, impossibilitando a criação de um roteiro único tanto para a análise musical quanto para a análise arquitetônica, dado que o complexo artístico e o processo criativo são um organismo vivo e de constante evolução.

Diante ao exposto, foi empregado como ponto de partida para análise comparativa a relação definida por Oukawa (2010), o qual consiste em um quadro sinóptico proposto para a análise arquitetônica relacionando aspectos como a forma e a plasticidade, uso e ocupação do solo com os acabamentos e elementos de superfície das edificações. Considerando o problema aqui investigado, a investigação foi conduzida

² Nesta seção, empregam-se termos, notações e simbologias utilizadas na harmonia tradicional e funcional. Para tal, aconselha-se aos que não estejam familiarizados com essas expressões o trabalho de FREITAS, S. P. R. *Teoria da harmonia na música popular: uma definição das relações de combinação entre os acordes na harmonia tonal*. 1995. Dissertação (Mestrado em Artes) – UNESP, São Paulo, 1994.

frente aos aspectos de forma e plasticidade correlacionados com os aspectos da estrutura e da fachada. Para tal análise, foram escolhidas as obras arquitetônicas elencadas na Tabela 01 e ilustradas na Figura 01.

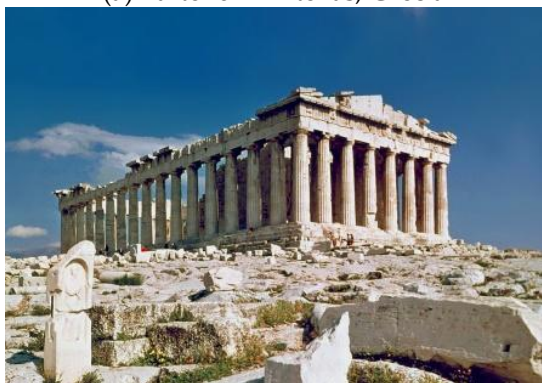
Tabela 1 – Identificação das obras arquitetônicas

Identificação	Período	Região	Arquiteto (a)
Paternon	Clássico	Atenas, Grécia	Calícrates e Ictinos
Catedral de Notre-Dame de Paris	Gótico Francês	Paris, França	Jean-Baptiste A. Lassus, Jean de Chelles, Jean le Bouteiller, Jean Ravy, Pierre de Montreuil e Raymond du Temple
Edifício Copan	Arquitetura Moderna	São Paulo, Brasil	Oscar Niemeyer
Museu Judaico de Berlim	Arquitetura Contemporânea	Berlim, Alemanha	Daniel Libeskind

Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Figura 1: Obras arquitetônicas selecionadas

(a) Partenon – Atenas, Grécia



Fonte: Swayne, 1978.

(b) Catedral de Notre-Dame de Paris – França



Fonte: <https://pixabay.com/pt>

(c) Edifício Copan – São Paulo, Brasil



Fonte: Pereira, 2019

(d) Museu Judaico de Berlim – Berlim, Alemanha



Fonte: Anabella F. Coria

As obras indicadas na Tabela 1 foram escolhidas devido ao seu valor cultural e social e por abarcarem períodos importantes da história da arquitetura, possibilitando assim uma análise mais generalizada. A análise foi pautada na relação intervalar dos graus musicais e comparada aos arquetônicos. Considerou-se a frequência das notas musicais e as relações intervalares, sucessão de acordes e funções harmônicas estabelecidas pela harmonia funcional.

4.1 PARTENON

O Partenon de Atenas, localizado na cidade-estado da Grécia, foi construído no século V a.C. em homenagem à deusa Atena Pártenos, símbolo de sabedoria e proteção, e para substituir o antigo templo destruído durante a invasão persa em 480 a.C. O símbolo da derrota de uma cidade durante esse período se dava pela tomada e destruição de seus templos, dessa forma a Acrópole de Atena, caracterizada pelo estilo clássico grego e a mesclagem do estilo dórico e jônico, permeia ideais de imponência e proteção. A edificação, além de um símbolo de adoração, era utilizada para guardar as reservas de moeda e metais preciosos da cidade (CHING, 2015).

Como rápida descrição dos elementos analisados que compõem a edificação, esta possui 30 x 69 metros, oito colunas em sua fachada frontal e posterior e dezessete colunas em suas fachadas laterais. Quanto ao estilo, Mattos (2007) define a arquitetura clássica grega como promotora de uma arte de qualidade técnica e idealização própria do pensamento grego através de medidas ideais, proporções fixas e padrões predeterminados.

Se comparada a razão entre o número de colunas da fachada frontal e o da lateral, chega-se a uma relação intervalar de quinta justa (I grau – tônica, V grau – dominante), tal intervalo tem a sensação de completude quando soados juntos, se soados como I - V - I, o quinto grau funciona como um grau dominante e requer conclusão sobre a tônica, essa sequência é utilizada na música com ideia de objetividade, equilíbrio e completude. Tais percepções são adequadas àquelas que se observam da arquitetura clássica grega. No aspecto arquetônico, o centro tonal é a fachada frontal; ao observador

que a contempla tem-se a impressão de que o olhar repousa na fachada frontal, caminha pela fachada lateral e tende a voltar para a fachada frontal novamente, transmitindo uma impressão de completude e imponência quanto ao externo. Importante ressaltar que, se a observação ficar detida na fachada lateral, há uma sensação de insegurança, de necessidade de um centro tonal como referência.

Figura 2 – Partenon de Atenas



Fonte: Swayne, 1978.

Para a razão comparada entre colunas e intercolúnios, pode-se estabelecer uma relação intervalar de meio tom cromático na fachada lateral ($V - V^\#$), o qual reforça a incompletude, porém, na fachada frontal, a mesma razão assemelha-se a um tom inteiro ou intervalo de segunda maior ($I - II$), o qual transmite sensação de certeza. Outro aspecto é que o segundo grau possui uma função harmônica de subdominante, sendo o grau com relação mais forte na substituição do quarto grau (subdominante), o qual é também um intervalo de quarta justa, e que, se vistos como encadeamento, o segundo grau é supertônico, ou seja, pode deslocar ou reforçar a ideia do centro tonal. Tais condições reforçam a sensação de equilíbrio alcançada pela fachada frontal; o edifício é visto como um todo harmônico.

Importante lembrar que a arquitetura clássica obedecia a uma razão harmônica entre dois segmentos, como medidas múltiplas ou submúltiplas do diâmetro médio de sua coluna, ou seja, uma relação intervalar. No Partenon, diferentes segmentos dividem o monumento das colunas ao topo, e em seus pontos de encontro se forma um retângulo perfeito. Observa-se, assim, a aplicação da razão áurea na edificação, conforme percebido também por Doczi (2005).

Pode-se perceber, portanto, similaridades entre as relações intervalares da música, tanto em análise de bloco harmônico, funções harmônicas ou encadeamento de vozes com as relações dos elementos arquitetônicos considerados na análise; as

sensações e percepções transmitidas ao observador são análogas às aquelas definidas pela harmonia funcional.

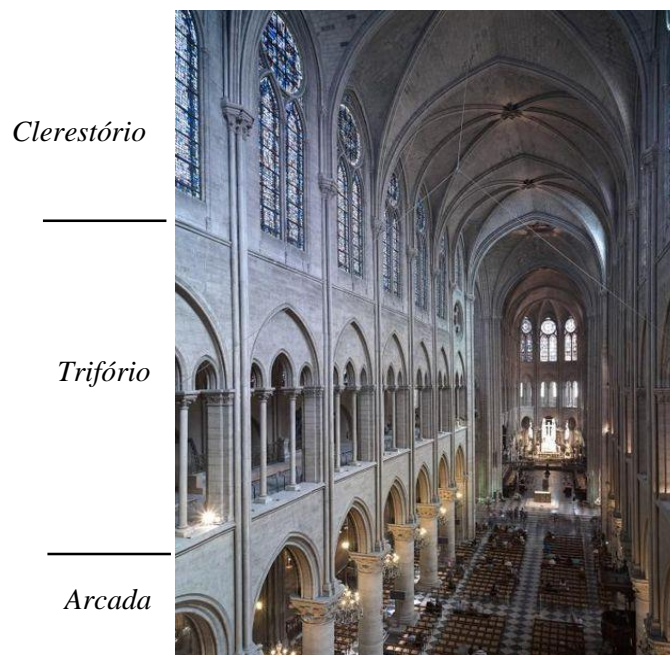
4.2 CATEDRAL DE NOTRE-DAME DE PARIS

A Catedral de Notre-Dame de Paris foi proposta pelo rei Luís VII (1120-1180) e pelo bispo Maurice de Sully (1120-1196). Os trabalhos de construção se iniciaram em 1163 e foram oficialmente completados em 1345, sendo idealizada como símbolo da crescente importância de Paris para os europeus na época. O terreno em que a catedral ocupa já foi local de um templo pagão durante os tempos romanos. Além de um símbolo teológico e artístico, Notre-Dame de Paris tornou-se referência mundial por sua arquitetura gótica, desde seus arcos até as suas estátuas e gárgulas (PEREIRA, 2019).

O período artístico de estilo gótico iniciou-se entre 1050 e 1100 e perdurou por 400 anos aproximadamente, em que seu desenvolvimento se baseou na religiosidade, sendo Deus um elemento supremo. Dessa forma, percebe-se a renovação de estilo caracterizada pela verticalidade e exatidão do traçado para transcender a harmonia divina, se comparado a seu antecessor, o estilo românico (PANOFSKY, 2001).

Foi considerada em análise a elevação interna da nave. Com relação a esses elementos, a Catedral de Notre-Dame possui aproximadamente 43 metros de pé direito, a elevação do interior da nave assim como no coro é dividida em arcada (35 pés), trifório (26 pés) e clerestório (41 pés), subdivididos em arcos ogivais (Figura 03).

Figura 3 – Elevação interna da nave – Notre-Dame de Paris



Fonte: Adaptado de Pereira, 2019.

Se comparada a razão entre as dimensões da arcada e do trifório, componentes da elevação interna da nave, chega-se a uma relação intervalar de quarta justa que é subdominante ao centro tonal (I grau – tônica, IV grau – subdominante). Tal intervalo transmite a sensação de caminamento e tem o arbítrio de repousar no centro tonal ou seguir para outros graus. Partindo de um dos princípios do estilo, a verticalidade, ao continuar a análise comparando a razão entre as dimensões do trifório e do clerestório, o resultado equivale a uma relação intervalar de sexta maior que é superdominante à tônica (I grau – tônica, VI grau – superdominante) e que reitera a ideia de caminamento. O VI grau pode ser aplicado até mesmo para alterar o centro tonal, assim tem-se uma verticalidade tonal formada pela relação I – IV (I) – II M composta (VI M). Quando comparadas aos ideais arquitetônicos, as igrejas góticas utilizavam da verticalidade como ascensão ao ser supremo e minoração do usuário, levando este a elevação de seu olhar e a busca por Deus como salvação, assim como era pregado na Idade Média. A possibilidade de mudança de centro tonal pode ser análoga à transição de sujeitos, partir de uma arquitetura de caráter religioso com predominância verticalizada para simbolizar o caminho para se alcançar um ser supremo.

Para a razão comparada entre os vazios dos mesmos elementos analisados anteriormente, a relação de quantidade de espaços abertos da arcada e do trifório é similar à relação intervalar de quarta justa também, reiterando as noções de equilíbrio e harmonia e a de caminamento ascensional. Porém quando é analisada a razão de espaços entre trifório e clerestório, chega-se a uma relação intervalar de quinta justa (I grau – tônica, V grau – dominante) que transmite a ideia de necessidade de completude. Assim, analisado o arranjo como um todo, percebe-se a alteração do centro tonal de forma ascendente a cada mudança de elemento, mantendo-se, porém, um equilíbrio harmônico através de relações intervalares justas e maiores que não se afastam do discurso harmônico. Tais condições geram sensação de harmonia, equilíbrio, ascensão e completude apoteótica, o que pode permitir que o olhar do usuário sempre se eleve e repouse no clerestório e abóbodas como sinal de plenitude.

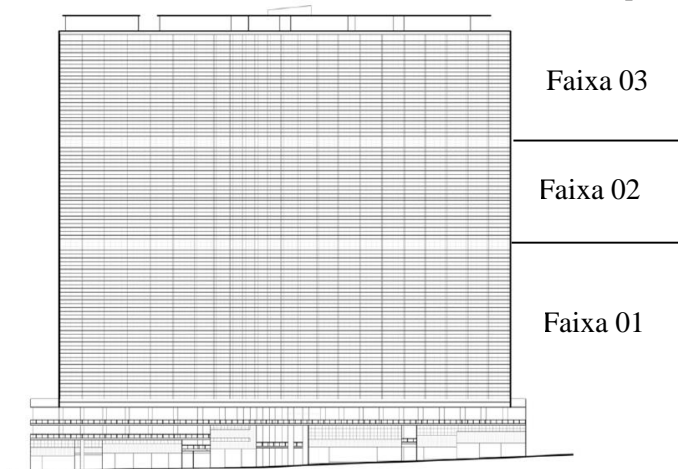
Há uma pequena variação dos elementos vazios na elevação vertical no coro da catedral, porém a razão obtida através do trifório e clerestório assemelha-se a uma relação intervalar dominante de quinta justa. Conforme já explicado, tal relação denota uma necessidade de repouso sobre o centro tonal, o qual se reflete exatamente sobre o altar. Aqui há uma noção de completude não ascensional. Tais características são, por assim dizer, adequadas às sensações desejadas e postas aos usuários. Deve-se salientar que tais condições foram geradas pela noção da estética, equilíbrio, harmonia arquitetônica e funcional dos projetistas, não necessariamente fundamentadas sobre teorias musicais vigentes (ressalvado, aqui, a reverberação sonora desejada pelos projetistas para a sustentação do canto gregoriano), e que comparados às sensações analisadas pela harmonia funcional moderna denotam uma explícita relação existente entre a forma-sonora e a forma-objeto.

4.3 EDIFÍCIO COPAN

O Edifício Copan, obra do arquiteto Oscar Niemeyer (1907-2012) iniciada em 1951 e um dos símbolos da arquitetura moderna brasileira, surgiu no contexto de expansão vertical da cidade de São Paulo e contava inicialmente com uma edificação de uso misto que comportaria 900 apartamentos e uma galeria comercial em dois níveis, além de um edifício anexo projetado para fins de hotelaria. Após diversos imprevistos financeiros e mudança de investidores, o hotel se tornou sede de um banco, e a edificação sinuosa se manteve. A edificação residencial com trinta e dois andares encontra-se acima de um piso transitório, o qual possui geometria irregular que comporta acesso independente aos seis blocos, além de comércios, um teatro e um cinema. A torre foi projetada a partir de seções circulares que resultaram em uma lâmina curva, similar a letra S de maior raio (OUKAWA, 2010).

Segundo Oukawa (2010), a Arquitetura Moderna se baseou nos ideais da Idade Moderna e ganhou proporção a partir da Revolução Industrial. No Brasil, tal movimento foi influenciado pelas discussões realizadas durante a Semana de Arte Moderna de 1922 e teve seu auge entre 1930 e 1950. O movimento idealizava a expressão dos elementos nacionais contrapondo o estilo europeu.

Figura 4 – Elevação sudeste – Edifício Copan



Fonte: Adaptado de Oukawa, 2010.

Em análise à elevação vertical sudeste, esta é composta por brises de concreto armado seccionados horizontalmente e agrupados em três “faixas” de tamanhos diferentes. Foi realizada uma análise similar à seção anterior quanto à comparação entre as razões das dimensões verticais das três “faixas”, conforme Figura 5.

Se comparada a razão entre as alturas das faixas 01 e 02, observa-se uma equivalência à relação intervalar de sexta maior, enquanto a razão entre as alturas das faixas 02 e 03 é similar a um intervalo de segunda menor. Contudo, tal relação, expressa somente por intervalos entre notas, não parece demonstrar alguma correlação específica

com funções harmônicas. Dessa forma, a análise passou a considerar que os graus representem acordes dentro de um campo harmônico, assim a relação entre as faixas 02 e 03 equivale a um acorde de quinta aumentada; observa-se uma função dominante com resolução sobre o acorde de tônica (faixa 03). Conforme análise das funções de acordes triádicos aumentados, tais acordes podem causar o efeito de acorde tônico ou de uma tensão seguida de uma resolução, ou seja, dominantes, como é o caso aqui em análise.

Um acorde dominante de quinta aumentada funciona como uma nota de passagem, como uma pequena distorção sobre o centro tonal; tal recurso é aplicado em música para se alterar a monotonia da já esperada resolução V – I, e é um recurso comumente empregado na música popular brasileira, como pode ser visto na canção *Carinhoso*, do compositor Pixinguinha (1897-1973). A sucessão de acordes II – V (5#) – I é usualmente empregada em música e, ao se analisarem tais condições – considerando a resolução sobre o terceiro grau componente do acorde tônico – observa-se similaridade com as condições intervalares entre as faixas da edificação.

Quanto às características arquitetônicas, para o observador a faixa inferior não lhe traz um sentimento pleno de tranquilidade, de repouso, mas uma necessidade de movimento e progressão, seguindo para a segunda faixa que se estreita e causa uma súbita tensão, e exige resolução, a qual ocorre na terceira faixa. Assim sendo, as proporções entre as distribuições dos brises na fachada sudeste do edifício proporcionam um encadeamento de acorde para se chegar à tônica, usando de um acorde aumentado com efeito dominante; tal condição impele o usuário a contemplar o todo de forma ascensional, transpondo sensações de movimento, tensão e repouso.

4.4 MUSEU JUDAICO DE BERLIM

Segundo Schneider e Libeskind (1999), o Museu Judaico de Berlim é uma das principais obras do arquiteto e músico Daniel Libeskind, que buscou através dele retratar o sofrimento e a angústia durante perseguições e assassinatos de mais de seis milhões de judeus durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Ao caminhar pelos corredores da edificação, o usuário experimenta sensações e emoções similares aos fatos e efeitos desencadeados durante o holocausto. O arquiteto expressou, por meio da ausência e invisibilidade, sentimentos que representassem a aniquilação da cultura judaica, utilizando a arquitetura como contadora de história.

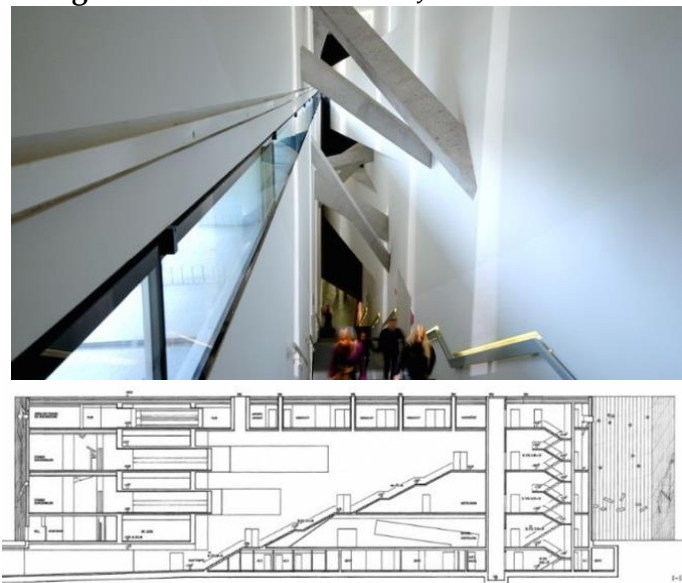
Foi considerada para análise a escadaria que permeia diferentes andares da edificação, representada na Figura 4. Ao passar pela escadaria, percebe-se a propensão do usuário a se sentir constrangido por paredes em um espaço de pouca largura e grande extensão, sob um teto composto por vigas oblíquas difusas que se repetem em uma espécie de eco. Essa atmosfera do local remete a uma ideia de afastamento de uma zona de repouso indo para uma condição de pânico, em um sentido descendente.

A escadaria é composta por seis lances de escadas, dispostos em uma caixa cuja relação intervalar remete a uma oitava, similar aos seis graus componentes da escala entre a tônica e a sua repetição (oitava); contudo, ao se observar a relação intervalar entre eles, não se tem uma escala musical completa. Tomando a relação intervalar entre os

lances sucessivos da escada e o espaço crescente acima destes (pé direito), tem-se uma relação intervalar idêntica à descrita por uma escala menor diatônica descendente, porém chegando-se somente até o terceiro grau, ou seja, incompleta. Lembrando que escalas menores são mais propensas em causar sensações de tristeza ao ouvinte. Assim os lances sucessivos descendentes remetem a relações intervalares equivalentes a VII m, VI m, V, IV aum. (ou V dim.), IV e III M³. Ressalta-se a alteração do terceiro grau de menor para maior, uma condição que gera certo desconforto na relação intervalar de uma escala menor. Outro aspecto notório é a similaridade intervalar com a linha melódica descendente do Adágio em Sol menor do compositor barroco italiano Tomaso Albinoni (1671-1750), escrita em escalar menor e cuja ideia melódica é uma sucessão melancólica e repetitiva de uma sonoridade descendente e angustiada.

Caso transponham tais análises para os aspectos arquitetônicos e conceituais da edificação, pode-se inferir que talvez tenha sido intencional a inserção de elementos intervalares pautados no campo harmônico de uma tonalidade menor com certas peculiaridades de efeito harmônico, adicionado a formas e estética que criassem o todo de sensações que se desejavam imprimir ao usuário. Importante notar que não se têm somente aqui elementos de proporção empregados com similaridade à harmonia musical, mas a complementação de variados elementos arquitetônicos que complementem a experiência.

Figura 5: Escadas do Museu Judaico de Berlim



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br>.

³ Graus componentes da escala diatônica menor: I, II M, III m, IV, V, VI m e VII m.

5 CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades ao longo do desenvolvimento deste trabalho, como a subjetividade e complexidade intrínseca da interrelação arquitetônica e musical, cuja falta de parâmetros e diretrizes prévios possam deixar lacunas, tal condição não impossibilitou que se aplicasse como método a análise de relações intervalares em alguns elementos das edificações investigadas – como elementos estruturais e de fachada, chegando-se a resultados comprobatórios entre as sensações ocasionadas ao usuário e aquelas descritas pela harmonia funcional.

Através das análises desenvolvidas, pode-se dizer que há, de fato, relações harmônicas materializadas em edificações que causam sensações aos usuários conforme as funções harmônicas musicais, sendo estas realizadas de forma deliberada ou não. Tais condições permitem concluir que a razão e a proporcionalidade das formas guardam estreita relação com as razões intervalares sonoras.

Trabalhos de outros pesquisadores, como alguns dos aqui discutidos, demonstram uma lógica comparativa entre música e arquitetura, mesmo quando analisados de outros aspectos. Comprova-se com esta pesquisa uma relação sensorial mais aprofundada que se baseia nas próprias relações e leis constituintes da música. Tal condição bem dominada e aplicada pode proporcionar à arquitetura, como arte baseada no ritmo, proporção e harmonia, uma enorme variedade e alcance de supremacia criativa.

REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, O. J. **Matemática e música**: o pensamento análogo na construção de significados. 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- ALMADA, C. **Harmonia funcional**. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.
- BIEMBEGUT, M. S. **Número de ouro e secção áurea**. São Paulo: Edifurb, 1996.
- CHAN, C. S. Phenomenology of rhythm in design. *In*: WANG, J. **Frontiers of architectural research**. Beijing: Higher Education Press Limited Company, 2012. p. 253-258
- CHING, F. D. K. **Architecture: form, space and order**. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- COSTA, R. L. M. Apontamentos sobre o estudo da harmonia: por uma abordagem abrangente. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA DA ANPPOM, 15., 2005, Rio de Janeiro . **Anais [...] Rio de Janeiro, UFRJ, 2005.**

DELILLO, D. **The body artist**: a novel. New York: Simon & Schuster, 2002.

DOCZI, G. **The power of limits**: proportional harmonies in nature, art, and architecture. Colorado: Shambhala, 2005.

DROSTE, M. **Bauhaus**. Colônia: Taschen, 2006.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio século XXI**: o dicionário da Língua Portuguesa. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FREITAS, S. P. R. **Teoria da harmonia na música popular**. 1995, 174 f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1995.

HENDRIX, J. S. **Neoplatonic aesthetics**: music, literature & the visual art. Buffalo: Peter Lang, 2004.

HOFFMANN, D. **Frank Lloyd Wright's Fallingwater**: the house and its history. New York: Dover Publications, 1993.

JENCKS, C. Architecture becomes music. In: MOLLARD, M. **The Architectural Review**. London: EMAP Publishing, 2013. p. 91-108.

MALLGRAVE, H. F. **Architectural theory**: volume I: an anthology from Vitruvius to 1870. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2005.

MATTOS, P. V. F. B. **Apropriações de imagens artísticas e arquitetônicas pela mídia**. 2007. 351 f. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) – Departamento de História e Fundamento da Arquitetura e do Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MERTINS, D.; SCHUMACHER, P. **Zaha Hadid**. Upper East Side: Guggenheim Museum, 2006.

MONTEIRO, G. A.; ARTAXO, M. I. **Ritmo e movimento**. São Paulo: Phorte, 2000.

OUKAWA, C. S. **Edifício Copan**: uma análise arquitetônica com inspiração na disciplina análise musical. 2010, 212 f. Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PADOVAN, R. **Proportion**: science, philosophy, architecture. Oxfordshire United Kingdom: Taylor & Francis, 1999.

PALLASMAA, J. **The eyes of the skin: architecture and the scenes.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

PANOFSKY, Erwyn. **Arquitetura gótica e escolástica.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

PEREIRA, C. *et al.* O incêndio da Catedral de Notre-Dame. **ISTOÉ**, São Paulo, ano 42, n. 2573, p. 42-47, 24 abr. 2019.

RABELO, F. A. **Arquitetura e música: interseções polifônicas.** 2007, 130 f. Dissertação Mestrado em Arquitetura) – Universidade de Goiânia, Goiânia, 2007.

RASMUSSEN, S. E. **Experiencing architecture.** 2nd. Massachusetts: The MIT Press, 1964.

ROSSI, C. **Architecture and mathematics in ancient egypt.** England: Cambridge University Press, 2007.

SCHNEIDER, B.; LIBESKIND, D. **Daniel Libeskind: Jewish Museum Berlin** (Architecture). Munique: Prestel, 1999.

SHAHSHAHANI, S. **Body as medium of meaning.** Münster: Lit Verlag, 2004.

TWOMBLY, C. **Frank Lloyd Wright, his life and architecture.** Hoboken: John Wiley & Sons, 1987.