



REVISTA GEOMETRIA GRÁFICA

ISSN 2595 – 0797 | v. 3, n.1 – junho, 2019

REVISTA GEOMETRIA GRÁFICA

Universidade Federal de Pernambuco

Reitor Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

Vice-Reitora Florisbela de Arruda Camara e Siqueira Campos

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação Ernani Carvalho

Centro de Artes e Comunicação

Diretor Walter Franklin M. Correia

Laboratório de Estudos em Tecnologias de Representação Gráfica – LabGRAF

Editor Executivo

Vinicius Albuquerque Fulgêncio, UFPE, Brasil

Comitê Editorial

Vinicius Albuquerque Fulgêncio, UFPE, Brasil

Mariana B. Ribeiro de Gusmão, UFPE, Brasil

Comitê Científico

Adriane Borda, UFPel, Brasil

Airton Cattani, UFRGS, Brasil

Ana Rita Sulz, UEFS, Brasil

Anderson Góes, UFPR, Brasil

Andiara Valentina Freitas e Lopes, UFPE, Brasil

Bárbara Aguiar, UFPR, Brasil

Caroline Gonçalves, UFAL, Brasil

Christianne Soares Falcão, UNICAP, Brasil

Clarissa Ribeiro Pereira de Almeida, Unifor, Brasil

Cristiana Maria Sobral Griz, UFPE, Brasil

Érica de Sousa Checcucci, UFBA, Brasil

Fábio Teixeira, UFRGS, Brasil

Félix Alves da Silva Júnior, UnB, Brasil

Marcos Martins Borges, UFJF, Brasil

Mara Capone, UNINA, Itália

Maria Angela Dias, UFRJ, Brasil

Maria Veronica Lins Palmeira, IFAL, Brasil

Mariana Hennes, UFAL, Brasil

Rafaela Campos Cavalcanti, UPE, Brasil

Salvatore Barba, UNISA, Itália

Tássia dos Anjos Tenório de Melo, UFPB, Brasil

Verner Monteiro, UFRN, Brasil

Wilson Florio, Universidade Mackenzie, Brasil

Comitê Avaliador (ad hoc) – v.3, n.1, 2019

Ana Rita Sulz, UEFS, Brasil

Andiara Valentina Freitas e Lopes, UFPE, Brasil

Bárbara Aguiar, UFPR, Brasil

Caroline Gonçalves, UFAL, Brasil

Christianne Soares Falcão, UNICAP, Brasil

Clarissa Ribeiro Pereira de Almeida, Unifor, Brasil

Cristiana Maria Sobral Griz, UFPE, Brasil

Érica de Sousa Checcucci, UFBA, Brasil

Félix Alves da Silva Júnior, UnB, Brasil

Gisele Lopes de Carvalho, UFPE, Brasil

Marcos Martins Borges, UFJF, Brasil

Maria Angela Dias, UFRJ, Brasil

Maria Veronica Lins Palmeira, IFAL, Brasil

Mariana B. Ribeiro de Gusmão, UFPE, Brasil

Mariana Hennes, UFAL, Brasil

Tássia dos Anjos Tenório de Melo, UFPB, Brasil

Foto da capa: Luminária do Museu de Arte Contemporânea de Niterói.
Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.
Foto de Vinicius Fulgêncio, 2018, editada por Vinicius Fulgêncio.

Idioma: Português; espanhol e inglês.

ISSN: 2595-0797

Periodicidade: Semestral

Tiragem: eletrônica

Endereço: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/geometriagrafica/index>

Catálogo na fonte
Bibliotecária Jéssica Pereira de Oliveira, CRB4-2223

R454

Revista Geometria Gráfica / Universidade Federal de Pernambuco.
– v. 3, n. 1 (jun. 2019). – Recife: Universidade Federal de
Pernambuco, 2018 –
v. : il.

Periodicidade: Semestral.

ISSN 2595-0797

1. Expressão gráfica. 2. Computação gráfica 3. Desenho
técnico. 4. Representação gráfica. 5. Geometria descritiva. I. Edição
da Universidade Federal de Pernambuco.

CDD 604.2

EDITORIAL

A quarta edição da Revista Geometria Gráfica (volume 3, número 1, de junho de 2019) inaugura seu terceiro ano de existência, mostrando a sua regularidade e crescimento. Nessa edição recebemos trabalhos de diversas regiões, bem como um volume significativo que exigiu, conseqüentemente, a ampliação do Comitê Avaliador. A cada edição estamos publicando um número maior de artigos, mas sempre preocupados com as temáticas e relevâncias dos trabalhos para a difusão do conhecimento na área de geometria gráfica e áreas afins.

A edição começa com o trabalho *“Diretrizes para aplicação de superfícies paramétricas baseadas em luz e sombra”* que utiliza softwares de computação gráfica para o desenvolvimento de um conjunto de diretrizes de projeto arquitetônico. Em seguida apresentamos o artigo *“Laboratórios de fabricação digital: uma revisão sistemática”* cujo objetivo é mapear quais temáticas vêm sendo abordadas em produções científicas acerca de laboratórios de fabricação, bem como as metodologias são empregadas. Partindo para uma abordagem da imagem, o artigo intitulado *“O desenho da cidade histórica enquanto elemento de memória e preservação: o caso de Cachoeira, no Recôncavo Baiano”* trata de como os registros visuais de espaços urbanos funcionam como elementos importantes na preservação da memória coletiva e de ações de intervenção nesses espaços. Em *“Promovendo o engajamento de alunos no ensino de desenho técnico através do uso de realidade aumentada”*, apresentam-se as possibilidades didáticas do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para as disciplinas de desenho arquitetônico, a partir de um estudo de caso e comparativo. O quinto trabalho, intitulado *“Habilidades profissionais colaborativas para engenheiros por meio da geometria descritiva”*, apresenta uma experiência didática que utilizou de metodologias ativas de ensino e aprendizagem para o desenvolvimento da visualização espacial. Por sua vez o artigo *“De Geometria e Geometrizando: caminhos para a Criatividade”*, apresenta um conjunto de experiências didáticas utilizadas nas disciplinas de geometria descritiva em um curso de Arquitetura e Urbanismo. Em seguida o trabalho *“A geometria espiral aplicada ao espaço construído: o caso do Museu Nacional de Arte Ocidental”* discute as peculiaridades da geometria da espiral, bem como suas aplicações no desenho do espaço. Fechamos a edição com o artigo intitulado *“Ainda usamos carvão!”* que trata do carvão como meio de expressão visual aplicado ao ensino de desenho.

Esperamos que a leitura seja proveitosa!

Recife, junho de 2019.

Vinicius Albuquerque Fulgêncio – Editor Executivo

SUMÁRIO

DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DE SUPERFÍCIES PARAMÉTRICAS BASEADAS EM LUZ E SOMBRA

Giovani De Luca, Roberta Bertoletti, Underléa Miotto Bruscato 6

LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Thays Ramos Silva, Fabio Pinto da Silva, Evelise Anicet Ruthschilling 20

O DESENHO DA CIDADE HISTÓRICA ENQUANTO ELEMENTO DE MEMÓRIA E PRESERVAÇÃO: O CASO DE CACHOEIRA, NO RECÔNCAVO BAIANO.

Elisângela Queiroz Veiga 37

PROMOVENDO O ENGAJAMENTO DE ALUNOS NO ENSINO DE DESENHO TÉCNICO ATRAVÉS DO USO DE REALIDADE AUMENTADA

Yussef Parcianello, Dalton Luiz Lemos II 58

HABILIDADES PROFISSIONAIS COLABORATIVAS PARA ENGENHEIROS POR MEIO DA GEOMETRIA DESCRITIVA.

Ana Cláudia Rocha Cavalcanti, Vandrê Ricardo Pereira Melo, Flávio Antonio Miranda de Souza 70

DE GEOMETRIA E GEOMETRIZANDO: CAMINHOS PARA A CRIATIVIDADE

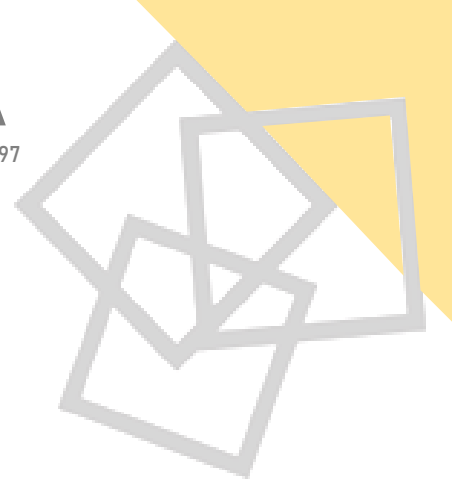
Neusa Cavalcante, Maria Cláudia Candeia, Eliel Américo Santana da Silva 83

A GEOMETRIA ESPIRAL APLICADA AO ESPAÇO CONSTRUÍDO: O CASO DO MUSEU NACIONAL DE ARTE OCIDENTAL

Mariana Caldas, Ana Luisa Rolim 102

AINDA USAMOS CARVÃO!

Luciana Nemer Diniz, Philipe Lopes Cantreva, Caroline Amaral 117



Diretrizes para aplicação de superfícies paramétricas baseadas em luz e sombra

Guidelines for application of parametric surfaces based on light and shade

Giovani De Luca

Professor especialista na
Universidade do Extremo Sul
Catarinense - UNESC.
Mestrando do
PGDesign/UFRGS - Brasil.
giovanieluca@unescc.net

Roberta Bertoletti

Mestre em Arquitetura pela
Universidade Federal de
Santa Catarina – UFSC.
Professora no Curso de
Arquitetura e Urbanismo da
FSFA. Doutoranda do
PGDesign/UFRGS - Brasil.
roberta.bertoletti@ufrgs.br

Underléa Miotto Bruscato

Universidade Federal do Rio
Grande do Sul - UFRGS
Doutora em Arquitetura.
Professora no
PGDesign/UFRGS - Brasil
arq.leiab@gmail.com

RESUMO

Desde os relógios solares da Antiguidade até os painéis fotovoltaicos atuais, o homem procura interagir com a luz. Seguindo a mesma intuição de usar esse recurso renovável, essa pesquisa apresenta um estudo de criação de imagens bi cromáticas através da luz e sombra. Na arquitetura, o uso de texturas em conjunto com a iluminação vem sendo cada vez mais usado como elemento decorativo em revestimentos, painéis, murais e fachadas. Com o objetivo de traçar diretrizes para otimizar a aplicação dessas texturas, foram selecionados parâmetros de inclinação do módulo, complexidade da imagem e opacidade do material. Com a ajuda do *softwareRhinceros* e o *plug-inGrasshopper*, esses parâmetros foram testados em todas as possíveis combinações e simulados em ambientes internos e externos. Ao final do estudo, foi possível dar diretrizes de dimensionamento de painéis para os tipos de ambientes, inclinação ideal do módulo para melhor contraste entre figura e fundo, dimensões mínimas para que textos sejam legíveis e o melhor nível de opacidade na escolha dos materiais. Esse material poderá servir para arquitetos, designers e decoradores que necessitam representar imagens, textos ou passar qualquer informação através de texturas, luz e sombra.

Palavras-chave: superfícies paramétricas; grasshopper; luz e sombra.

ABSTRACT

From the ancient solar clocks to the current photovoltaic panels, man seeks to interact with light. Following the same intuition of using renewable resources, this article presents a study with the creation of bi chromatic images through light and shadow. In architecture, the use of textures in conjunction with lighting has been increasingly used as a decorative element in coatings, panels, murals and facades. With the purpose of proposing guidelines to optimize the application of these textures, parameters of module inclination, image complexity and opacity of the material were selected. With the aid of Rhinoceros software and the Grasshopper plug-in, these parameters were tested in all possible combinations and simulated in indoor and outdoor environments. At the end of the study, it was possible to indicate the sizing of panels for the types of environments, the ideal slope of the module for better contrast between figure and background, the minimum dimensions for texts to be readable and the best level of opacity in the choice of materials. The findings can be used for architects, designers and decorators who need to represent images, texts or to pass any information through textures, light and shade.

Keywords: parametric surfaces; grasshopper; light and shadow.



1. INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade o homem usa a luz como ferramenta a seu favor. Iluminação residencial, fotografia e relógio solar são alguns dos exemplos. Este último, que nos seus modelos mais simples projetava sua sombra em um plano devidamente marcado, indicava as horas e minutos. Nos dias de hoje, não necessitamos mais de relógios solares, porém ainda se pode utilizar a projeção da luz em nosso favor para algumas finalidades práticas.

A partir desse pensamento, o presente artigo apresenta o resultado de uma das atividades realizadas para a disciplina de Fabricação Digital como Ferramenta de Projeto oferecida pelo Programa de Pós Graduação em Design de uma Universidade do Sul do Brasil, onde analisa a representação de textos e imagens em superfícies através da luz e sombra. Esse estudo visa apresentar o desenvolvimento de um produto com superfícies paramétricas e propor algumas diretrizes para aplicação dessa técnica.

Para a elaboração do trabalho foi utilizado o *plugin* de modelagem paramétrica visual *Grasshopper*. E, ao final do estudo, são apresentadas diretrizes de aplicação destas superfícies paramétricas em ambientes internos e externos.

2. USO DE SUPERFÍCIES BASEADAS EM LUZ E SOMBRA

Em um ambiente, existem elementos que podem influenciar o bem-estar físico e emocional do usuário, trazendo benefícios a sua saúde e afetar de maneira positiva o seu comportamento. Dentre esses elementos, que causam estímulos sensoriais, destacam-se a textura, a luz e a forma.

A textura sentida pelo sistema óptico pode contribuir para o bem-estar do indivíduo. Num ambiente, as diferentes texturas proporcionam conforto ao espaço.

“A qualidade tátil do espaço pode ser enriquecida pelo uso de tratamentos diferenciados para as superfícies, como variedade de acabamentos [...], proporcionando conforto”. (VASCONCELOS, 2004, p.58).

Para a utilização de texturas e revestimentos em um ambiente residencial, por exemplo, não existem normas a serem seguidas. E os mesmos elementos podem isolar acusticamente o ambiente como: revestimentos em madeira, painéis, carpetes, podendo aumentar a qualidade do espaço, proporcionando a sensação de aconchego e conforto.

A textura, luz e forma estão diretamente associados aos componentes promotores do bem-estar estabelecidos por Ulrich (1995): o suporte social, as distrações positivas e o controle do ambiente que diminuem o estresse dos usuários. Nas distrações positivas, destaca-se ainda a relação interior versus exterior, que é positiva ao indivíduo, pois fornece



muitos estímulos (como por exemplo a luz, evidenciando a forma de uma edificação).

“A arquitetura é o jogo sábio, correto e magnífico dos volumes sob a luz. Nossos olhos são feitos para ver formas sob luz; as sombras e os claros revelam as formas [...]” (LE CORBUSIER, 2004, p.13).

Pensando nisso, foi realizada uma busca de possíveis aplicações e usos de superfícies parametrizadas baseadas em luz e sombra. Observa-se que os revestimentos podem ser utilizados em ambientes internos (como na figura 1) e também em ambientes externos, como mostram as figuras 2, 3 e 4.

Figura 1: Revestimentos em pedra ardósia com efeitos de luz e sombra.



Fonte: Mosarte Revestimentos Especiais (2016).

Nas figuras 2 e 3, observa-se a utilização de revestimentos cerâmicos em suas superfícies e a partir da luz e sombra são geradas as imagens.

Figura 2: Exemplo de fachadas com revestimento cerâmico - Faculdade Fontys Sports/Mecanoo, em Eindhoven, na Holanda.



Fonte: ArchDaily (2013).



Figura 3: Edifício da Sede Vodafone, Lisboa - Portugal.



Fonte: acervo dos pesquisadores (2018).

Figura 4: Paineis em pré-moldado na fachada da edificação.



Fonte: acervo dos pesquisadores (2018).

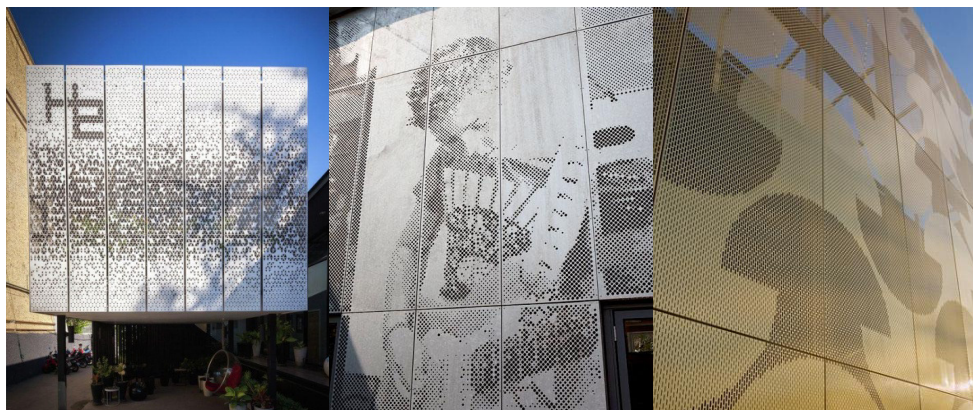
Atualmente, o uso de painéis metálicos paramétricos nas fachadas tem se destacado. Esses painéis podem ser aplicados em superfícies curvas ou planas e por isso os tornam versáteis, podendo contribuir para o conforto e estética de uma edificação.

“Geometrias curvilíneas complexas são produzidas com a mesma facilidade que as geometrias de formas planas e formas cilíndricas, esféricas ou cônicas” (KOLAREVIC, 2003).

Na figura 5, abaixo, têm-se alguns exemplos de fachadas que utilizam painéis metálicos com chapa perfurada (com o efeito de luz e sombra - na superfície lisa tem-se a reflexão da luz e na superfície vazada a sombra).



Figura 5: Exemplos de fachadas metálicas.



Fonte: StylePark - Photos© RGIM (2018).

O algoritmo, que é o objetivo deste estudo, pode ser aplicado em situações como as mostradas nas figuras 1, 2, 3 e 4, assim como outras soluções aplicadas em produtos, comunicação e arquitetura, pois segundo Woodbury (2010), "fazer alterações em um modelo pode ser difícil. Mesmo mudando uma dimensão pode exigir ajustar muitas outras partes e todo esse retrabalho é manual. Quanto mais complexo o modelo, mais trabalho pode ser acarretado." Com revestimentos com essa dimensão e complexidade, se faz necessário um algoritmo que gere essas soluções.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS

A pesquisa é de caráter experimental, que "consiste essencialmente em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto" (GIL, 2002, p. 34-35).

Para a realização desse estudo foram utilizados três procedimentos distintos: 1 - determinação dos parâmetros a serem pesquisados, 2 - apresenta o Grasshopper e o desenvolvimento (construção) do algoritmo e 3 - geração das combinações de parâmetros. O primeiro buscou dados para definir os parâmetros que seriam usados, já o segundo, foco deste artigo, procurou desenvolver o algoritmo que atendesse aos objetivos definidos. O terceiro gerou dezesseis combinações diferentes, que ao contrário da modelagem CAD tradicional, a modelagem paramétrica permitiu testar todas as combinações possíveis, obtendo assim diferentes resultados. Esses resultados foram analisados para a proposta de diretrizes de aplicação do produto.

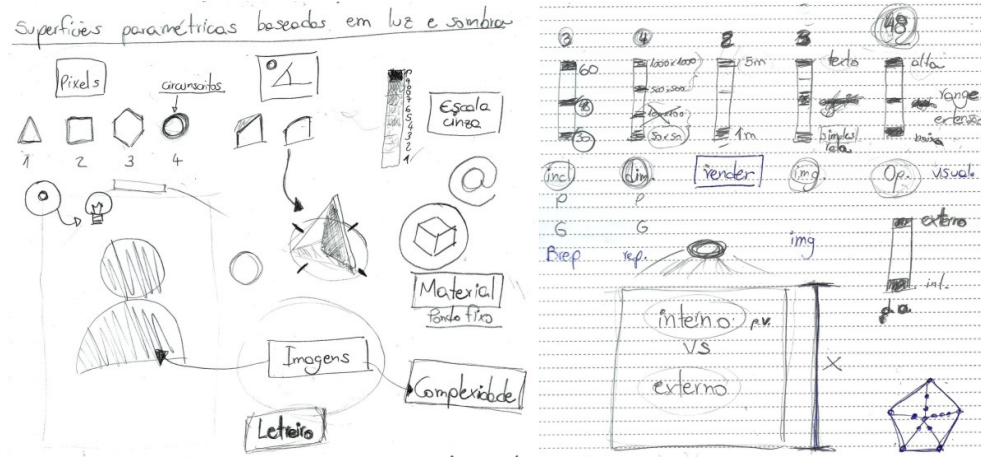
Justifica-se a escolha destes diferentes métodos, pois sua combinação pode minimizar as possíveis limitações de cada um, complementando-os.



3.1 Seleção de parâmetros

Antes de iniciar a construção do algoritmo, foram realizados alguns esboços à mão livre (figura 6). "O projeto paramétrico depende da definição de relacionamentos e da disposição (e habilidade) do projetista de considerar a fase de definição de relacionamento como parte integrante do processo de design mais amplo. Inicialmente, exige que o designer retorne um passo da atividade direta do design e foca na lógica que une o design" (WOODBURY, 2010).

Figura 6: Esboços para a seleção dos parâmetros e construção do algoritmo.



Fonte: elaborada pelos autores (2018).

Depois desta etapa de representação gráfica e foco na lógica das superfícies paramétricas, foi possível definir a unidade mínima (módulo) e possíveis elementos que poderiam se tornar parâmetros (figura 7).

Figura 7: Parâmetros selecionados.

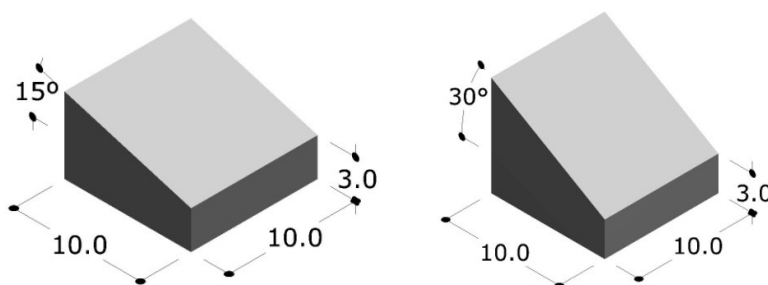
PARÂMETROS AMBIENTES:		
Inclinação da superfície (graus)	Complexidade da Imagem	Opacidade do Material
● 30° ● 15°	● Alta ● Baixa	● Alta ● Baixa

Fonte: elaborada pelos autores (2018).



O primeiro parâmetro, a inclinação da superfície, está relacionada ao módulo, que tem uma forma trapezoidal, de base quadrada e, um plano inclinado na sua parte superior. Foram selecionados dois ângulos: um de 15 e outro de 30 graus, conforme figura 8. A partir da incidência da luz nestas superfícies inclinadas será refletido a luz e geradas as sombras, de acordo com sua direção.

Figura 8: Módulo com ângulos de 15 e 30 graus.



Fonte: elaborada pelos autores (2018).

O segundo parâmetro escolhido foi a complexidade da imagem a ser reproduzida.

Conforme Joly (1996 p.13), cita em seu livro *A introdução à análise da imagem*, o Filósofo Grego Platão definiu imagem como:

“... primeiramente [as] sombras depois [os] reflexos que se vêem nas águas ou na superfície dos corpos opacos, polidos e brilhantes, e a todas as representações semelhantes”.

Foram consideradas duas imagens, uma de complexidade baixa, ou seja, dois círculos concêntricos que servem para analisar a capacidade do painel de representar curvas. E como imagem de complexidade alta, foi selecionada uma imagem com letras em três diferentes tamanhos, similar àquelas usadas para testes de visão (figura 9).



Figura 9: Imagem de complexidade baixa (esquerda) e imagem de complexidade alta (direita).

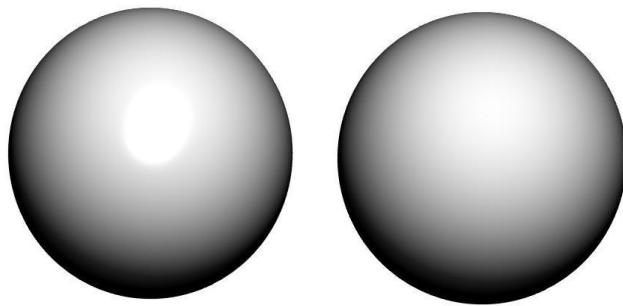


Fonte: elaborada pelos autores (2018).

O terceiro parâmetro escolhido foi a opacidade do material. Esta propriedade está relacionada à propagação da luz visível, ou seja, quando a luz encontra uma superfície opaca forma-se por trás dela uma área sem luz - a chamada sombra. E por isso os objetos não podem ser vistos através das superfícies.

Para tanto, foi considerado um material com baixa opacidade e outro com alta opacidade, como mostra a figura 10. Os materiais de alta opacidade: madeira, espelho e cerâmica e baixa opacidade: acetato, aço corten, alumínio composto (ACM).

Figura 10: Imagem de opacidade baixa (esquerda) e imagem de opacidade alta (direita).



Fonte: elaborada pelos autores.

Depois de definida a seleção de parâmetros e suas variáveis (alta/baixa), o passo seguinte foi a definição do *plug-in* utilizado e posteriormente a construção do algoritmo.



3.2 O Grasshopper

Em 2008 surge o *Grasshopper*, *plug-in* do *software* de modelação tridimensional *Rhinoceros*, pode ser definido como um ambiente de modelagem visual que gera formas e códigos generativos e scripts. A possibilidade de trabalhar com elementos altamente complexos tem atraído acadêmicos de Arquitetura, Design e Engenharia. Visto que, depois de definidos os parâmetros a serem testados, o *Grasshopper* acelera o processo de simulações em formas e superfícies. Com isso, diminui-se o tempo que se demandava anteriormente para testar possibilidades.

Atualmente, o *software* CAD paramétrico oferece interfaces interativas tridimensionais sofisticadas que podem executar variações em tempo real, permitindo que o projetista tenha mais controle e feedback imediato quando um parâmetro é alterado. (HERNANDEZ, 2006, P. 311).

O autor Kolarevic (2003) reforça a ideia de agilidade no processo de simulações e diz que “os modelos de projeto capazes de transformação consistente, contínua e dinâmica estão substituindo as normas estáticas dos processos convencionais”.

No *Grasshopper* tem-se a construção de algoritmos - definido por Henriques (2016) como ingredientes para a receita de um prato culinário, ou seja, “conjuntos de elementos necessários, com quantidades necessárias, assim como uma sequência de processos que conduzem ao resultado esperado o produto”.

A seguir é descrita a construção do algoritmo.

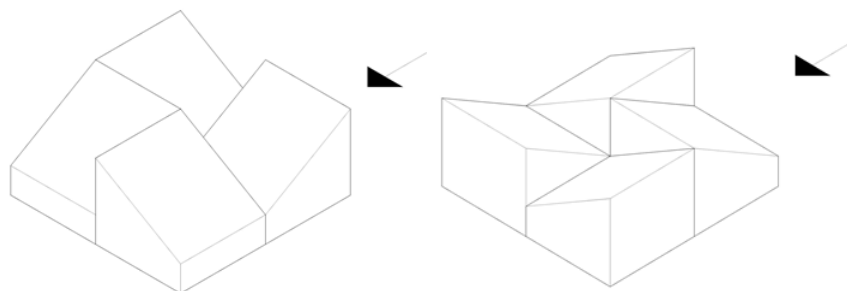
3.3 A Construção do algoritmo

Segundo Baxandall (1997), a definição de sombra “...é em primeiro lugar uma deficiência local, relativa, na quantidade de luz que incide sobre uma superfície, e é objetiva. E, num segundo momento, é uma variação local, relativa, na quantidade de luz refletida na superfície para o olho.”

Para a construção de uma imagem bicromática, foi necessário em um primeiro momento a combinação de módulos, representado na figura 11. A combinação de módulos 1 tem metade dos seus módulos direcionados ao contrário da luz (seta indicativa no canto superior direito), fazendo com que essa superfície tenha uma deficiência local de luz e, portanto, mais escura. A combinação de módulos 2, possui a metade de seus módulos a favor da luz (seta indicativa no canto superior direito), gerando um maior contato com a emissão de luz e, portanto, mais clara.



Figura 11: Combinação de módulos 1 (esquerda) e Combinação de módulos 2 (direita).

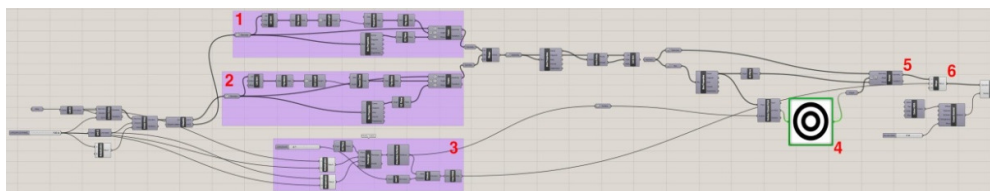


Fonte: elaborada pelos autores (2018).

Após a construção da série de repetições do módulo, iniciada com as medidas escolhidas, os módulos são calculados pelo algoritmo de forma separada, cada um com seu respectivo ângulo de rotação (ex.: 0° e 90° no grupo 1; 180° e 270° no grupo 2, como numerado na figura 11).

Em paralelo, é criado um painel retangular com o tamanho máximo da repetição gerada previamente. Esse painel serve como referência para a passagem de número 4 na figura, onde os grupos são divididos de acordo com uma imagem bi cromática. Na etapa de número 5 os grupos são rotacionados e por fim, unidos com o componente merge (figura 12).

Figura 12: Imagem do algoritmo criado.



Fonte: elaborada pelos autores.

Ao final da construção do algoritmo foram realizadas as combinações que geraram as simulações descritas a seguir nos resultados.

4. RESULTADOS

Inicialmente alguns elementos foram definidos: o dimensionamento do painel (superfície), o ponto de vista (a distância do observador até o painel) e a posição do ponto de luz, conforme figuras 13 e 14.

Em seguida, os resultados foram divididos em dois grupos: 1) aplicações em ambientes internos e 2) aplicações em ambientes externos. Para cada grupo, a seleção de parâmetros estabelecidas, anteriormente, gerou oito superfícies paramétricas.



4.1 Aplicações em ambientes internos

Para os ambientes internos, as dimensões estabelecidas para o painel foram de 50x50 centímetros.

As fontes de luz variam em extensão, desde fontes que podem ser consideradas pontuais, passando por vários níveis de fonte estendida, até uma fonte nocionalmente não-direcional - admitindo-se infinitas reflexões de luz a partir das superfícies ambientes - chamada luz ambiente. As fontes pontuais produzem a sombra de borda mais marcada; a luz ambiente perfeita não produziria nenhuma. (BAXANDALL, 1997, p. 22).

Para que o estudo levantasse uma melhor percepção da relação entre luz e sombra no painel, foi escolhida uma fonte de luz pontual no forro a 20 cm de distância (em ambientes internos). Essa escolha fez com que a sombra fosse mais marcada.

Destaca-se ainda a diversidade de lâmpadas e luminárias para iluminação cênica de superfícies. A escolha da tonalidade da luz que a lâmpada emite, ou seja, a temperatura da cor - luz quente, neutra, luz fria - faz parte de um bom projeto de iluminação. Para trazer aconchego e conforto ao ambiente é importante que estas tonalidades estejam equilibradas, caso contrário teremos ambientes muito dinâmicos e cansativos. Além disso, a escolha da iluminação fria pode distorcer a cor dos objetos.

Se o objetivo da iluminação é dar destaque a uma superfície, pode se optar pelo conceito "*wallwashing*" com a utilização de *spots* embutidos (ou sobrepostos) direcionáveis, e lâmpadas AR (70 ou 111 para pé-direito alto).

E para o ponto de vista foram considerados 2 metros de distância (figura 12) para ter um bom ângulo de visão.

Figura 13: Seleção e configuração de elementos para simulação em ambientes internos.

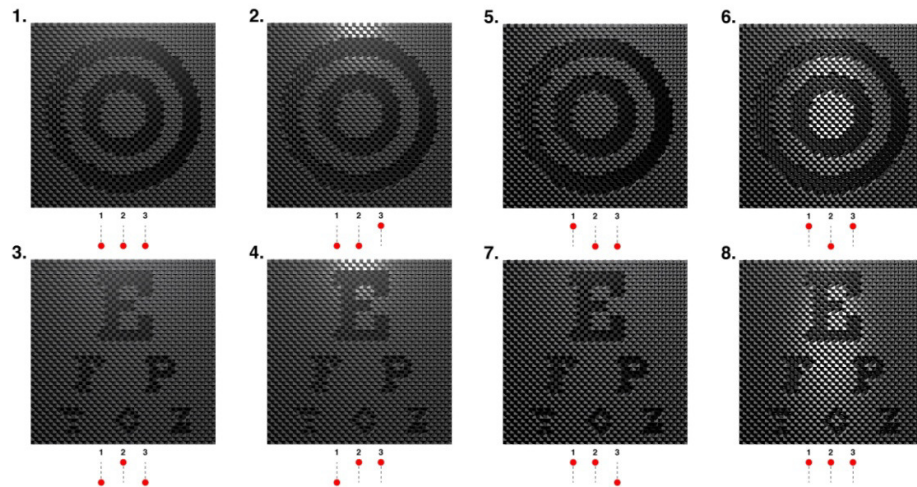


Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 14, são apresentadas as oito combinações geradas pelos parâmetros selecionados para um ambiente interno. O gráfico abaixo representa os parâmetros selecionados: 1- ângulo, 2- imagem e 3- opacidade. Nota-se que foram realizadas todas as combinações possíveis.



Figura 14: Combinações geradas para ambiente interno.

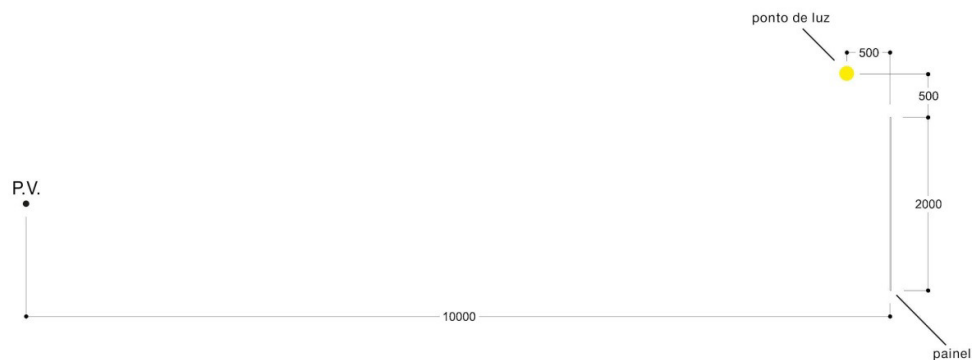


Fonte: elaborada pelos autores.

4.2 Aplicações em ambientes externos

Para os ambientes externos, as dimensões estabelecidas para o painel foram de 2,0x2,0 metros. O ponto de luz, considerado fixo, está a uma distância de 50 centímetros do painel. E para o ponto de vista foram considerados 10 metros de distância, conforme figura 15.

Figura 15: Seleção e configuração de elementos para simulação em ambientes externos.

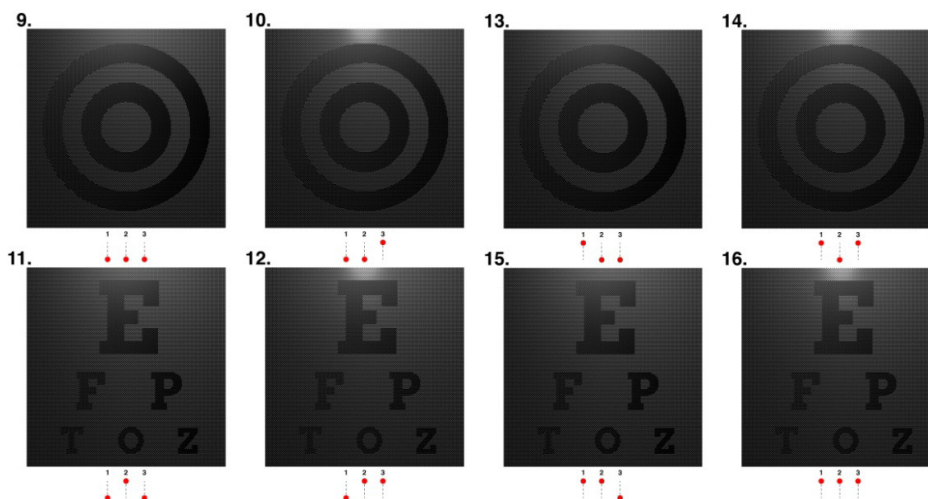


Fonte: elaborada pelos autores.

Na figura 16, são apresentadas as oito combinações geradas pelos parâmetros selecionados para um ambiente externo.



Figura 16: Combinações geradas para ambiente externo.



Fonte: elaborada pelos autores.

5. DIRETRIZES PARA APLICAÇÕES DE PARÂMETROS

As diretrizes foram organizadas de acordo com os parâmetros estabelecidos e suas relações com os ambientes internos e externos.

5.1 Em relação ao tipo de imagem

Nos ambientes internos, os textos são totalmente legíveis a partir de 19 cm (primeira linha da figura 10 de cima para baixo) e parcialmente legíveis entre 10-19 cm (segunda linha da figura 10 de cima para baixo). Abaixo de 10 cm, não são legíveis e, portanto, não recomendados com essa dimensão de módulo.

5.2 Em relação ao ângulo do módulo

O ângulo de 30° no módulo aumentou visivelmente o contraste entre as partes claras e escuras em um ambiente interno, sendo ainda mais evidenciado com um material de baixa opacidade. Nos ambientes externos, apesar de o ângulo de 30° em relação ao de 15° também gerar um maior contraste entre partes claras e escuras, a diferença não é tão nítida como no ambiente interno.

5.3 Em relação a opacidade do material

A baixa opacidade de material (ex. 6, 8, 14 e 16) criou as melhores situações para aplicação de superfícies paramétricas baseadas em luz e sombra.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo, observa-se que a modelagem paramétrica facilita a elaboração de superfícies que, anteriormente, eram criadas de forma individual e isolada.

Com o algoritmo, foi possível a avaliação de múltiplas combinações que ao contrário, dedicaria muito tempo para ser realizada. Depois de analisar todas combinações, foi possível a identificação dos melhores parâmetros para as situações apresentadas (ambiente interno e externo) e a indicação de como aplicar essa técnica de acordo com a finalidade: painéis decorativos, murais, divisórias de ambientes ou fachadas de edifícios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAXANDALL, Michael. **Sombras e Luzes**. Tradução: Antonio de Padua Danesi. São Paulo: Edusp, 1997.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERNANDEZ, Carlos Roberto Barrios. **Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi**. Design Studies, V.27, n.3, p. 309-324, maio 2006.

JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. Coleção: Arte & Comunicação. São Paulo: Edições 70, 1996.

KOLAREVIC, B. (Ed.). **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. New York: Spon Press, 2003.

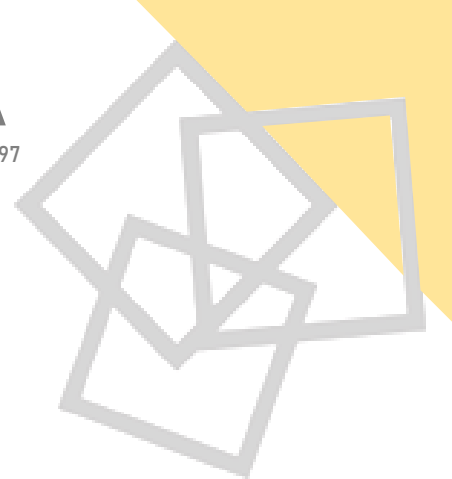
LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. 6ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2004.

TERZIDIS, Kostas. **Algorithmic architecture**. 1. ed. Architectural Press, 2003.

ULRICH, Roger S. Effects of healthcare Interior Design on Wellness: theory and recent scientific research. In: **Symposium on Healthcare Design**, 4, 1991, Boston. Innovations in healthcare design: selected presentations from the first five symposia on healthcare design. New York: Sara O. Marberry, 1995.

VASCONCELOS, Renata T. B. **Humanização de ambientes hospitalares: características arquitetônicas responsáveis pela integração interior/exterior**. 2004. 177p. il. color. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

WOODBURY, Robert. **Elements of parametric design**. Londres: Routledge, 2010.



Laboratórios de fabricação digital: uma revisão sistemática

Fab Labs: a systematic review

Thays Ramos Silva

Mestranda
Aluna, UFRGS, Porto Alegre,
Brasil
Thays.ramos@icloud.com

Fabio Pinto da Silva

Doutor em Engenharia de
Minas, Metalúrgica e de
Materiais
Docente do Departamento de
Design e Expressão Gráfica
(DEG/FA/UFRGS)
UFRGS, Porto Alegre, Brasil
Fabio.silva@ufrgs.br

Evelise Anicet Ruthschilling

Doutora em Informática da
Educação
Docente do Departamento de
Departamento de Artes
Visuais (DAV/UFRGS)
UFRGS, Porto Alegre, Brasil
anicet@ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é mapear quais temáticas vêm sendo abordadas em produções científicas acerca de laboratórios de fabricação, e quais tipos de metodologias são empregadas nestes estudos, a partir de uma revisão sistemática de artigos e dissertações que tenham esse tipo de espaço como tema central. A busca se deu em bases de dados como Web of Science, SciELO, Scopus e Google Acadêmico (utilizado pela escassez de trabalhos desenvolvidos no Brasil nas outras bases de dados), incluindo trabalhos publicados entre 2014 e 2018, em português, inglês e espanhol. Foram analisados 26 artigos que continham os termos "Fab Lab" ou "Textile Lab" no título, palavras-chave ou resumo. Os resultados mostram que todos os trabalhos empregam uma abordagem qualitativa para coleta e análise de dados; sete diferentes eixos temáticos foram encontrados e a maioria dos artigos traz estudos sobre as relações de aprendizado no contexto Fab Lab.

Palavras-chave: Fab Lab; laboratórios de fabricação; revisão sistemática da literatura; Textile Lab; metodologias.

ABSTRACT

The purpose of this article is to map which themes have been approached about manufacturing laboratories, and what types of methodologies are used in these studies. To do so, a systematic review of articles and dissertations were employed. The search was done in databases such as Web of Science, SciELO, Scopus and Google Scholar (used for the shortage of works developed in Brazil in other databases), including works published between 2014 and 2018 in portuguese, english and spanish. 26 articles that contained the terms "Fab Lab" or "Textile Lab" in the title, keyword or abstract were analyzed. The results show that all the studies use a qualitative approach for data collection and analysis; seven different thematic axes have been found and most of the articles present studies on learning relationships in the Fab Lab context.

Keywords: Fab Lab; Fabrication laboratory; systematic review; Textile Lab; research methodology.



1. INTRODUÇÃO

A indústria tem passado por uma série de modificações necessárias, o que ocorre tanto pela evolução rápida das tecnologias, quanto pelo descontentamento de uma parcela dos consumidores, que estão cada vez mais atentos a questões ambientais e sociais. Muito por isso, é possível constatar o surgimento de um movimento que visa o empoderamento do usuário e, como consequência, o surgimento de novos atores de inovação. Neste contexto, espaços como Fab Labs, que permitem ao mesmo tempo acesso a aparelhos de fabricação digital, surgem como expoentes neste processo de democratização do fazer (ANDERSON, 2012; BRUNO, 2017).

Apesar de ser um tema que vem sendo explorado em artigos científicos, muito em função da notória expansão da rede Fab Lab, há ainda muito a ser investigado sobre este fenômeno, e distintos vieses para conduzir estas investigações, como pretende demonstrar o presente artigo. Desta forma, o problema de pesquisa que o norteia foi definido como: quais são os temas mais recorrentes e os métodos de coletas e análises de dados mais utilizadas, em pesquisas acerca de laboratórios de fabricação digital (Fab Labs e Textile Labs)?

Para a condução desta pesquisa, optou-se pelo desenvolvimento de uma revisão sistemática da literatura, em uma mescla das técnicas propostas por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) e Galvão e Pereira (2014). Quanto à dimensão desta revisão, ela pode ser classificada como ampla, por buscar a variedade de temas, e menos profunda, pelo mesmo motivo. Como a ideia também é mapear quais são os temas utilizados na análise destes espaços, nenhum critério foi utilizado para a definição de uma perspectiva específica de estudo. O artigo visa também contribuir com pesquisas de outros acadêmicos das áreas de design, arquitetura e engenharias, demonstrando quais eixos temáticos, no que se refere a trabalhos sobre estes laboratórios, carecem de trabalhos e quais caminhos, metodologicamente falando, já foram trilhados por outros pesquisadores. Tratando-se de um assunto incipiente, e considerando a ascensão do movimento *maker*, como corroboram Anderson (2012) e Fletcher (2008), com um livro e um capítulo, respectivamente, destinados ao tema e, que esse movimento não está ligado estritamente à academia, é interessante para as áreas de saber supracitadas que trabalhos de cunho científico ajudem a caracterizar o movimento, e um artigo de revisão sistemática, buscando reunir pesquisas afins, tende a favorecer esse contato. Para entender esse panorama, o presente trabalho tem por objetivo a avaliação de trabalhos científicos sobre Fab Labs e Textile Labs, buscando mapear eixos temáticos explorados com maior frequência, e investigar que tipo de técnicas de coleta e análise de dados são mais utilizadas para descrever o contexto dos laboratórios.



2. LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO: Fab Labs e Textile Labs

Nos últimos anos, o consumidor-usuário que, desde a primeira Revolução Industrial, esteve cada vez mais alienado dos meios e procedimentos de produção, passou a buscar um papel mais ativo, muito em função do descontentamento com a indústria convencional, que segue um modelo bastante poluidor e sem cuidado com sua mão-de-obra. Neste cenário, surgiram novos conceitos como *maker*, *prosumer* e de customização em massa. Novas tecnologias de fabricação digital, como o corte a laser e a impressão 3D, auxiliaram nesse novo e emergente processo de descentralização da indústria. A democratização ao acesso destes equipamentos se deu muito graças aos Fab Labs, criados com a ideia de permitir que se produza “quase tudo”, com incentivo a conexão entre criadores de diferentes locais e abertura à comunidade. Com essa ideia de inúmeras possibilidades de fabricação, novos equipamentos começaram a ser integrados nestes espaços, e conceitos, como o de Textile Lab, que traz a ideia de fabricação têxtil e de vestuário, e Wet Labs, que tratam de biofabricação, foram surgindo como variantes destes laboratórios (ANDERSON, 2012; BRUNO, 2017).

De forma geral, um Fab Lab é um espaço de fabricação que emprega o conceito de prototipagem rápida (que pode servir tanto para facilitar o processo de prototipagem, quanto para possibilitar uma maior experimentação, considerando que utiliza processos de menor custo), agrupa um conjunto de máquinas com comando numérico computadorizado (CNC) - como impressora 3D, fresadora, máquina de corte a laser, etc., e está ligado a uma rede mundial, a FabFoundation. Duas das bandeiras mais fortes desse tipo de laboratório são a colaboração e/ou compartilhamento de ideias e projetos, e é justamente por isso que a organização em uma rede mundial, composta visando a troca de experiências e colaboradores, é vista como mais importante do que a quantidade de máquinas que compõem o local. O primeiro Fab Lab foi criado em 2001, nos EUA, dentro do laboratório interdisciplinar Center for Bits and Atoms (CBA), sediado no Massachusetts Institute of Technology (MIT), sob o comando de Neil Gershenfeld, professor e coordenador do MIT Media Lab. A premissa para esse tipo de espaço era de democratizar o acesso à fabricação digital, assim como instruir e preparar seus frequentadores (EYCHENNE e NEVES, 2013; FABFOUNDATION, 2018).

Como citado anteriormente, variações dessa ideia de laboratórios digitais de fabricação foram surgindo, e entre elas, é possível destacar os Textile Labs, pela semelhança entre a organização dos laboratórios (que compõem uma rede) e pelo seu sucesso. A formação dessa rede de laboratórios se deu na Europa, berço da maioria dos Textile Labs, devido principalmente a duas iniciativas: O Textile and Clothing Business Lab (TCBL) e o Fabricademy. O TCBL é um ecossistema de negócios que alia empresas, laboratórios de inovação (os Textile Labs), prestadores de serviços e consultores de negócios, visando a transformação do cenário atual das



indústrias têxtil e de moda. Esse projeto de pesquisa e inovação foi fundado pela União Europeia em julho de 2015, faz parte do programa Horizon 2020, envolve 13 países, e tem orçamento aproximado de 8 milhões de euros. Atualmente, a iniciativa apoia 33 Textile Labs, em 13 países da Europa, com maior concentração na Itália. Paralelamente, o Fabricademy é, ao mesmo tempo, uma rede e um curso destinados a ensinar sobre as relações entre o fazer têxtil e de moda e ferramentas de fabricação digital. Essa rede, que tem intersecções com o TCBL, tem atualmente 14 sedes, distribuídas entre Europa, Ásia, América do Sul e do Norte. O curso oferecido pela rede se apresenta em dois formatos: um *bootcamp*, versão condensada do curso em 5 dias, e uma versão de 6 meses, na qual os 3 primeiros meses são destinados a leituras semanais e experimentação dos materiais, e os 3 últimos ao desenvolvimento do projeto final, orientado por algum professor conforme área de afinidade. Esse último é bastante semelhante ao FabAcademy, modelo proposto pela FabFoundation, responsável pelos Fab Labs (TCBL, 2018; FABRICADEMY, 2018).

Considerando que ambos tipos de laboratórios são bastante recentes, especialmente os Textile Labs, que têm, em média, 5 anos, não são abundantes os trabalhos científicos que abordam o tema. Por este motivo, entende-se que a revisão sistemática é uma boa alternativa para traçar um panorama dos estudos da área, o que será melhor explanado na seção a seguir.

3. METODOLOGIA

O método utilizado neste artigo é o de revisão sistemática da literatura, desenvolvida a fim de mapear temas que estão sendo estudados sobre laboratórios de fabricação no mundo todo, assim como verificar os tipos de metodologia mais empregadas nessas publicações. Segundo Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), a revisão bibliográfica é um estudo secundário que avalia e mapeia, de forma crítica, através de um método explícito e planejado, estudos primários que perpassam o problema de pesquisa. Pode ser descrita também como a atividade de compilar dados científicos sobre um tema, e deve ser abrangente e não tendenciosa, evitando o viés. Como benefício da elaboração da revisão, os autores da “Design Science Research”, apontam o contato com boa parte do que se está desenvolvendo sobre um tema, a possibilidade de rejeitar, confirmar ou comparar resultados de investigações diferentes, e de encontrar lacunas que ainda possam ser exploradas em certos assuntos (DRESCH, LACERDA E ANTUNES JÚNIOR 2015; GALVÃO E PEREIRA, 2014).

Existem diferentes passos possíveis na elaboração de uma revisão bibliográfica da literatura. Galvão e Pereira (2014) citam oito, sendo: (1) elaboração da pergunta de pesquisa; (2) busca na literatura; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados; (5) avaliação da qualidade metodológica; (6) síntese dos dados (metanálise); (7) avaliação da qualidade das evidências; e (8) redação e publicação dos resultados. Dresch, Lacerda e Antunes Júnior



(2015) apresentam quatro diferentes possibilidades propostas por autores distintos, mais enxutas do que os oito passos citados anteriormente. Em comum, elas apresentam, mesmo que de maneira menos explícita, uma fase de definição da questão/problema de pesquisa, e uma etapa de síntese dos resultados. Na presente revisão, foi utilizada uma adaptação do método integrado, definido no “Design Science Research”, sendo (1) definição da questão e do *framework* conceitual; (2) objetivos e questões; (3) estratégia de busca; (4) busca, elegibilidade e codificação; (5) avaliação da qualidade; (6) síntese dos resultados; e (7) apresentação do estudo. A avaliação de qualidade com atribuição de notas para os estudos, que consta como um dos passos para revisão, foi deixada de lado, pois não seria correto comparar artigos com objetivos tão distintos - considerando que é um dos objetivos desta revisão o contato com o maior número de abordagens sobre Fab Labs possível. Além disso, a apresentação do estudo aparece no item destinado às considerações finais do artigo, devido à sua função semelhante.

Foi acrescida, também, uma seção que descreve os objetivos e questões a serem analisadas para conferir a qualidade dos textos encontrados, avaliando se perguntas consideradas fundamentais os integram. Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) apontam que o tipo de questão a ser respondida influi bastante na definição de critérios e fontes de busca. Eles apresentam dois tipos possíveis de revisão: agregativa e configurativa. A primeira resulta de uma questão mais fechada. Nela os resultados da avaliação de estudos primários agregam para a obtenção de resultados, e geralmente partem de uma hipótese. Questões mais abertas, que serão avaliadas de forma mais abrangente, conduzem a uma revisão configurativa. Segundo os autores, o seu objetivo é “o arranjo de diversos resultados individuais em uma renderização teórica coerente” (DRESCH, LACERDA E ANTUNES JÚNIOR, 2015, p. 147). Como a ideia desta revisão é buscar um panorama amplo, a revisão configurativa é mais adequada, porque consegue prover uma ideia mais geral do que vem sendo produzido, além do fato de o estudo não ter sido guiado por nenhuma hipótese.

3.1 Definição Da Questão e Framework Conceitual

Diferentes espaços de fabricação digital, em especial os Fab Labs, vem sendo estudados cada vez mais pela comunidade científica. As abordagens destes trabalhos são as mais diversas, desde trabalhos que exploram a característica pedagógica destes laboratórios a estudos que avaliam seu impacto socioeconômico. As questões principais da presente revisão literária são acerca das técnicas de coleta e análise de dados utilizadas nestes trabalhos, assim como um mapeamento detalhado de temas explorados. Com isso, a ideia é que o presente artigo auxilie pesquisadores interessados no tema a identificar lacunas a serem exploradas e quais estratégias de coleta e análise de dados mais adequadas.

Para explanar como esta questão será revisada, conforme o “Design Science Research”, foi desenvolvido um *framework* conceitual, que



demonstra, de forma esquemática, como será realizada a revisão (DRESCH, LACERDA E ANTUNES JÚNIOR, 2015). A direção utilizada para a realização da pesquisa assemelha-se com o esquema da figura 1.

Figura 1: *Framework* conceitual.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os aspectos citados no *framework*, como fontes de busca, critérios de inclusão e exclusão, etc. serão apresentados nas seções a seguir.

3.2 Objetivos e Questões analisadas

A revisão pretende compreender o que já foi desenvolvido acerca de laboratórios de fabricação digital (que envolvam a produção de produtos de moda ou não), no Brasil e exterior, buscando além de um mapeamento de temas e fontes relevantes para o desenvolvimento deste estudo, verificar as formas de coleta e análise de dados utilizadas. As questões definidas para a pesquisa sobre os Fab Lab e Textile Labs foram:

C1 - Qual aspecto sobre o Fab Lab/Textile Lab é abordado?

C2 - Que tipo(s) de instrumento(s) metodológico(s) foi/foram utilizado(s) para

coleta de dados?



C3 - Que tipo(s) de instrumento(s) metodológico(s) foi/foram utilizado(s) para análise de dados?

C4 - Qual foi a forma de apresentação dos resultados (texto, criação de diretrizes, *workflow*, etc.)?

3.3 Fontes e Estratégias de Busca

Em um primeiro momento, a busca se deu em bases de dados como a Web of Science, SciELO e Scopus. Devido à escassez de resultados acerca da intersecção entre fabricação de moda e Fab Labs, nas primeiras buscas, assim como de trabalhos em português que pudessem oferecer um panorama do tema no Brasil, optou-se por estender as buscas ao Google Acadêmico. Ainda sob esse critério, houve a flexibilização das buscas também para dissertações que versassem sobre essa relação.

Quanto as *strings* de busca, em relação aos laboratórios de fabricação foram utilizados: “Fab Lab” OR “Textile Lab” OR “FabLab” OR “TextileLab” OR “Fabrication Laboratory”. Considerando que se trata de um tema novo, houve a opção por termos de busca mais genéricos, a fim de obter-se o maior número possível de resultados. Os termos foram pesquisados também com diferentes formas de grafia, pois foi constatado que houve uma quantidade diferente de resultados entre a busca por “Fab Lab” e “FabLab”, por exemplo.

3.4 Busca, Elegibilidade e Codificação

Tendo em vista que as questões a serem investigadas estão relacionadas a um modelo de espaço de manufatura digital com pouco mais de 15 anos (podendo ser ainda mais recente, se tratando dos Textile Labs), o primeiro critério a ser definido envolve a data das publicações. Além disso, entendeu-se como mais relevante à avaliação de artigos em português, para que se construa uma ideia do que está sendo desenvolvido no Brasil, em inglês, por ser considerado um idioma universal, em que provavelmente a maiorias dos artigos enviados para periódicos de renome estarão redigidos, em espanhol, por ser a língua oficial de uma grande quantidade de países e possibilitar o contato com trabalhos realizados em países vizinhos.

Sendo assim, foram considerados como critérios de inclusão a) artigos publicados no período de 2014 a 2018, b) a disponibilidade dos trabalhos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola. Como critérios de exclusão: a) trabalhos que se refiram apenas a uma das tecnologias presentes em um Fab Lab (apenas impressão 3D, apenas corte a laser, etc.), b) a ausência dos termos Fab Lab ou Textile Lab no título ou palavras-chave dos trabalhos.

4. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Seguindo os passos apresentados anteriormente no *framework* conceitual, na busca por palavras-chaves foram encontrados 707 resultados,



sendo 163 deles encontrados na plataforma Scopus, 271 na Web of Science, 11 na Scielo e 262 no Google Acadêmico. Após a fase de análise de título, foram selecionados 26 trabalhos, utilizando os critérios de inclusão e exclusão já citados, e esse número foi mantido após a análise dos resumos.

Foi possível perceber que, após uma fase de aplicação de filtros, muitos artigos foram classificados como inadequados, de alguma forma. Um dos motivos para a exclusão dos trabalhos foi a falta de relação dos achados com os objetivos da revisão - o *string* "Fabrication laboratories", por exemplo, apresentou em sua maioria resultados que divergiam bastante da ideia apresentada na seção 2.

Após a análise dos artigos e dissertações, que envolvem, de alguma maneira, o estudo de laboratórios de fabricação digital, e com base nas questões apresentadas na seção 3.2, o quadro 1 foi elaborado, trazendo a síntese das respostas. Os trabalhos estão apresentados em ordem cronológica e alfabética, e estão identificados como artigo ou dissertação.

Quadro 1: trabalhos levantados na revisão, classificados por título/autores, tipo (dissertação/artigo), e ano de publicação.

Título/autores	Tipo	Ano de publicação
Moda e fabricação digital em um contexto Fab Lab: Equipamentos, métodos e processos para o desenvolvimento de produtos (BASTOS)	Dissertação	2014
The FAB LAB Network A Global Platform for Digital Invention, Education and Entrepreneurship (STACEY)	Artigo	2014
Open Production: Chances for Social Sustainability in Manufacturing (BASMER)	Artigo	2015
Possibilidades e Desafios de Um Espaço Maker Com Objetivos Educacionais (BORGES, PERES, CATILHO, FAGUNDES)	Artigo	2015
How do fab-spaces enable entrepreneurship? Case studies of 'makers' - Entrepreneurs (MORTARA, PARISOT)	Artigo	2016
Lite Maker: Um Fab Lab Móvel para Aplicação de Atividades Mão na Massa com Estudantes do Ensino Básico (SANTANA et al.)	Artigo	2016
Maker Cultures and the Prospects for Technological Action (NASCIMENTO, PÓLVORA)	Artigo	2016
O uso da prototipagem e fabricação digital no ambiente Fab Lab (OLIVEIRA)	Dissertação	2016



Bringing optics to Fab Labs in Europe (ADAM, URBACH)	Artigo	2017
Desenvolvimento e implantação de um Fab Lab: Um estudo teórico (AGUIAR et al.)	Artigo	2017
Diversity in FabLabs: Culture, Role Models and the Gendering of Making (VOIGT, UNTERFRAUNER, STELZER)	Artigo	2017
Fab City com enfoque em economia circular (URRUTIA PINTO et al.)	Artigo	2017
Fab Labs as Platforms for Digital Fabrication Services: A Literature Analysis (SAVASTANO et al.)	Artigo	2017
Fab Lab Lisboa: when a Municipality Fosters Grassroots, Technological and Collaborative Innovation GAEIRAS)	Artigo	2017
Fab labs network in developing countries: Knowledge spillover effects or managing technology development within the scarcity economy? (VIEIRA, BRESCIANI, SANTOS)	Artigo	2017
Make to learn: invention through emulation (BULL et al.)	Artigo	2017
Making "Making" Critical: How Sustainability is Constituted in Fab Lab Ideology (KOHTAL)	Artigo	2017
O Design dos Makerspaces e dos Fab Labs no Brasil: um mapeamento preliminar (COSTA, PELEGRINI)	Artigo	2017
Perspectivas para a formação docente universitária com aspectos Makers (FROSCH, ALVES)	Artigo	2017
Academic FabLabs for industry 4.0: Experience at University of Naples Federico II (AGRISANI et al.)	Artigo	2017
A insustentável neutralidade da tecnologia: o dilema do Movimento Maker e dos Fab Labs (CAMPOS, DIAS)	Artigo	2018
Design and Innovation Learning: Case Study in North African Engineering Universities Using Creativity Workshops and Fabrication Laboratories (BEM REJEB e ROUSSEL).	Artigo	2018
FabLab global survey: Characterization of FabLab phenomenon (RUIZ, ACEBO)	Artigo	2018
Makers and clusters. Knowledge leaks in open innovation networks (GIUSTI, ALBERTI, BELFANTI)	Artigo	2018
O movimento maker: enfoque nos Fab Labs brasileiros (PINTO et al.)	Artigo	2018
Strategic knowledge management a digital environment: Tacit and explicit knowledge in Fab Labs (MARAVILHAS, MARTINS)	Artigo	2018

Fonte: elaborado pelos autores.



É possível notar que a maioria dos trabalhos analisados se utiliza de abordagem qualitativa para desenvolvimento dos estudos, tanto no momento de coleta de dados, quanto na análise dos mesmos. Todos os trabalhos apresentam uma fase preliminar de revisão bibliográfica e documental - por se tratarem de assuntos recentes, que não estão tão presentes em livros, além de dados que se alteram rapidamente, como por exemplo, o número de Fab Labs ao redor do mundo. Alguns artigos, como o de STACEY (2014), ADAM e URBACH (2017) e BULL et al. (2017) não indicam quais ferramentas de coleta de dados foram utilizadas para o desenvolvimento do estudo; os trabalhos de GAEIRAS (2017) e AGRISANI et al. (2017), não apresentam sequer uma seção destinada a apresentação da metodologia. Dois dos estudos se tratam de revisões sistemáticas da literatura: o trabalho de SAVASTANO et al. (2017) com pesquisas restritas a publicações em *journals*, que busca elucidar questões sobre o surgimento dos Fab Labs e seu status atual, e o trabalho de AGUIAR et al. (2017), que objetivava tipificar os laboratórios e definir requisitos para a criação de um laboratório de fabricação.

As ferramentas de coleta, citadas na literatura sobre estudo de caso, mais presentes nos trabalhos analisados nesta revisão, em ordem são: revisão bibliográfica ou documental, entrevistas, observação direta, questionários, observação participante, revisão sistemática da literatura, e grupo focal. Foram considerados aqui apenas os trabalhos que trouxeram exclusivamente os achados da fase de revisão bibliográfica para a conclusão. Como um dos objetivos da revisão era produzir um panorama de metodologias empregues para o estudo dos laboratórios de fabricação, o quadro 2 foi desenvolvido para apresentar de forma concisa esses resultados.

Quadro 2: classificação dos trabalhos estudados conforme sua natureza de coleta e análise de dados.

Natureza do estudo	Ferramenta de coleta utilizada	Nº de trabalhos
Quantitativa	Entrevista - método de análise: Estimativas de Densidade Kernel	1
	Questionário online	2
Qualitativa	Entrevista	8
	Questionário	4
	Observação direta	7
	Observação participante	3
	Pesquisa documental	9
	Revisão sistemática da literatura	2



	Grupo Focal	1
--	-------------	---

Fonte: elaborado pelos autores.

Três dos artigos levantados- VOIGT, UNTERFRAUNER, STELZER(2017); COSTA, PELEGRINI (2017);RUIZ, ACEBO (2018) - utilizam formas de análise quantitativas para complementar seus achados. Entre eles, dois (COSTA, PELEGRINI, 2017;RUIZ, ACEBO, 2018)se utilizam de *surveys*, buscando uma amostra maior para coleta de dados. Os três estudosse enquadram na definição de abordagem mista, que segundo Creswell (2007) é uma abordagem que combina ou associa as formas qualitativas e quantitativas.

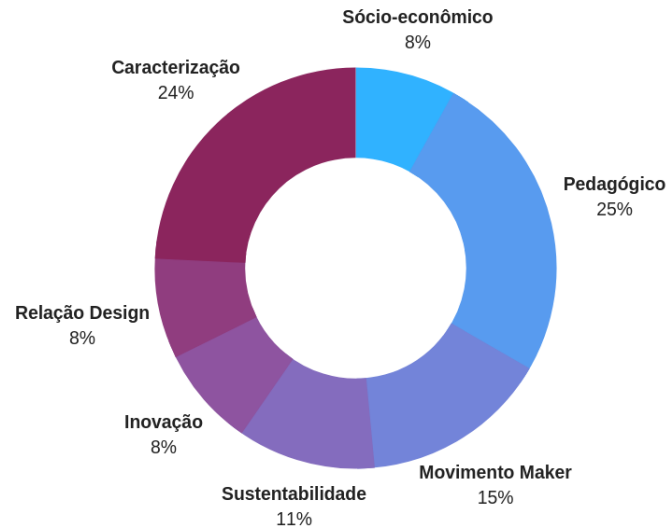
Se foram três os artigos que não definiram as formas de coletas de dados (não incluindo os trabalhos que não incluíam uma seção de procedimentos metodológicos), o número de estudos que não deixou claro a forma de análise utilizada foi ainda maior, totalizando 14 artigos. Esse achado dificulta a resolução do artigo de demonstrar ferramentas interessantes para pesquisas futuras. As formas de análise de dados relacionadas foram: análise de conteúdo (BASTOS, 2014; OLIVEIRA, 2016; VIEIRA, BRESCIANI, SANTOS, 2017, MARAVILHAS, MARTINS (2018); uma combinação entre a ferramenta MAXQDA2 (qualitativa) e Densidade de Kernel (quantitativa) foi utilizada por Voigt, Unterfrauner, Stelzer (2017); a ferramenta de Interacionismo simbólico (SI) foi empregada no trabalho de Kohtal (2017); Giusti, Alberti e Belfanti (2018) utilizaram o método de Análise de redes sociais (SNA) e o software de análise UNICET 6 para análise de dados em rede. Os autores utilizaram ainda a tipologia de Giuliano e Bell (2015) e Fonti (2002) buscando verificar a multiplicidade nos fluxos de conhecimento; este foi o artigo com maior detalhamento e número de técnicas de análise de dados dentre os levantados.

Para auxiliar no mapeamento de quais temas estão sendo explorados em trabalhos científicos acerca dos Fab Labs, o gráfico presente na figura 2 foi construído. Sete diferentes eixos temáticos foram encontrados. A maioria dos artigos estuda relações de aprendizado no contexto Fab Lab. Em seguida, aparecem os artigos que se propõem a conceituar, caracterizar e mapear a rede de laboratórios. Entre os 26 trabalhos levantados, apenas um se relaciona à produção de moda, e tem como objetivo relacionar as metodologias de Design de moda com o que é desenvolvido nestes espaços.

Se os Textile Labs encontraram apenas uma correspondência, os Wet Labs não foram citados em nenhum dos trabalhos levantados, apesar da biofabricação, bastante relacionada a questões ambientais, ter ganhado espaço em iniciativas como a Fabricademy e ter um espaço reservado em alguns laboratórios pelo mundo.



Figura 2: temas explorados nos trabalhos que compõem a revisão.

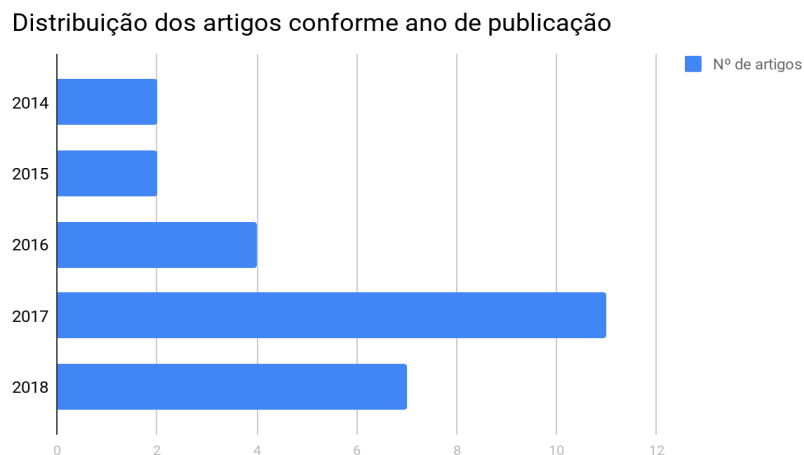


Fonte: elaborado pelos autores.

Relações socioeconômicas, a questão da inovação e a relação destes laboratórios com o design, totalizando cada 8% do total, despontam também como assuntos a serem explorados. A relação entre esses laboratórios e a sustentabilidade, apontada anteriormente como um dos vetores para a criação destes espaços, também foi pouco explorada.

Considerando que um dos fatores de inclusão dos artigos na revisão foi o ano de publicação, a figura 3 foi construída para demonstrar como os 26 artigos/dissertações estão distribuídos entre os anos de 2014 e 2018.

Figura 3: artigos conforme ano de publicação.



Fonte: elaborado pelos autores.



Mais da metade dos artigos selecionados (tendo em vista os critérios de inclusão e exclusão citados anteriormente) foram publicados nos últimos dois anos (18 artigos). Esse dado pode demonstrar que a quantidade de trabalhos sobre o tema (artigos, dissertações e teses) vem crescendo, mesmo que o tipo principal de laboratório investigado, o Fab Lab, tenha sua origem há 17 anos.

É importante observar que a coleta de dados para o presente artigo foi finalizado em setembro de 2018, então o levantamento não contém a totalidade dos artigos publicados no ano. O único trabalho analisado que envolve Textile Labs foi desenvolvido em 2014, no início da rede de maior proeminência deste tipo de laboratório, a Fabricademy, e considerando o dinamismo destes espaços, é provável que mudanças tenham ocorrido nos últimos cinco anos e novas pesquisas se tornem necessárias. São cinco as pesquisas relacionadas à caracterização do movimento, uma de 2014, três de 2017, e uma de 2018, o que pode demonstrar que mesmo que o surgimento dos espaços date de quase duas décadas, ainda percebe-se a necessidade da caracterização dos laboratórios, provavelmente pela questão citada anteriormente da plena expansão e constante mudanças que acontecem nos espaços. Os artigos acerca do movimento *maker*(6), datam dos últimos três anos, o que pode indicar um interesse crescente sobre o assunto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apontado anteriormente, o objetivo do estudo era mapear quais eixos temáticos vem sendo abordados em publicações sobre Fab Labs e Textile Labs, e investigar, nos trabalhos analisados, formas de coleta e análise de dados mais comumente utilizadas. Foi possível constatar que são escassos os trabalhos sobre Textile Labs, e que há ainda bastante a ser explorado sobre o tema. Devido a esse fator de novidade, a pesquisa em outras fontes de levantamentos, além de livros, torna-se bastante comum.

Foi possível constatar, através da primeira etapa de busca em periódicos, que existem mais trabalhos acerca das tecnologias empregues nos laboratórios de fabricação digital (como impressão 3D, por exemplo), do que sobre esses espaços de produção. Isso pode indicar que a prática *maker* e seus espaços ainda estão um pouco descolados da comunidade científica.

A abordagem qualitativa, tanto para a fase de coleta, quanto de análise de dados, foi utilizada, mesmo que não exclusivamente, na totalidade dos trabalhos. Pôde-se observar que as coletas através dos diferentes tipos de observação (direta e participante) são bastante empregadas nestes estudos, muito em função da escassez de fontes bibliográficas. Isso acontece porque vários autores de metodologia de pesquisa, como Yin (2001), destacam a coleta através de observação para o estudo de fenômenos sem um relato histórico, ou seja, relativamente novos, como é o caso dos trabalhos levantados neste artigo. O uso maior da abordagem qualitativa pode ser explicado também pela profundidade buscada nos artigos, que optaram, em



sua maioria, por se aprofundar nos relatos de um/alguns laboratório(s) específico(s), ao invés de buscar um panorama amplo da rede Fab Lab.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, Aurèle. ZUIDWIJK, Thim. URBACH, Paul. **Bringing optics to Fab Labs in Europe**. 14th Conference on Education and Training in Optics and Photonics: ETOP 2017. CCC code: 0277-786X/17/\$18 · Disponível em: <doi: 10.1117/12.2281969>. Acesso em: 23 jun. 2018.

ANGRISANI, Leopoldo et al. **Academic Fab Labs for industry 4.0: experience at University of Naples Federico II**. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8278802/>. Acesso em: 20 jun. 2018.

AGUIAR, Fernando Ferreira et al. **Desenvolvimento e implantação de um Fab Lab: um estudo teórico**. Revista Espacios Vol. 38 (No 31) 2017. Pág. 1 ISSN 0798 1015. Disponível em: <www.revistaespacios.com/a17v38n31/a17v38n31p01.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

BASMER, S. et al. **Open production: chances for social sustainability in manufacturing**. Procedia CIRP. Vol. 26, 2015, Pages 46-51. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.102>. Acesso em: 04 jun. 2018.

BASTOS, Victória Fernandez. **Moda e Fabricação Digital em um contexto Fab Lab: equipamentos, métodos e processos para o desenvolvimento de produtos**. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal De Pernambuco - Centro de Artes e Comunicação - Programa de Pós-graduação em Design. Recife, p. 153. 2014. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/moda-e-

fabricao-digital-em-um-contexto-fab-lab-equipamentos-mtdos-e-processos-para-o-desenvolvimento-de-produtos-24628>. Acesso em: 25 jun. 2018

BEN REJEB, Helmi. ROUSSEL, Benoît. **Design and Innovation Learning: case study in north african engineering universities using creativity workshops and fabrication laboratories**. 28th CIRP Design Conference, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.263>. Acesso em: 25 maio 2018.

BORGES, Karen.; PERES, André; CASTILHO, Maria; DA CRUZ, Léa Fagundes. **Possibilidades e desafios de um Espaço Maker com objetivos educacionais**. Tecnologia Educacional. 1. 22 – 32, 2015. Disponível em: <http://abt-br.org.br/wp-content/uploads/2017/03/210.pdf> Acesso em: 25 maio 2018.

BULL, Glen et al. **Make to learn: invention through emulation**. Smart Learning Environments, 2017. 4:8 DOI 10.1186/s40561-017-0047-5. Acesso em: 25 maio 2018.



COSTA, Christiane Ogg; PELEGRINI, Alexandre Vieira. **O design dos Makerspaces e dos Fab Labs no Brasil**: um mapeamento preliminar. Design e Tecnologia, [S.l.], v. 7, n. 13, p. 57-66, jun. 2017. ISSN 2178-1974. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/375>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 6ª Ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2007.

DE CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca; DIAS, Henrique José dos Santos. **A insustentável neutralidade da tecnologia**: o dilema do Movimento Maker e dos Fab Labs. Disponível em: < <https://doi.org/10.18617/liinc.v14i1.4152>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

FROSCH, Renato; ALVES, Antônio Fernando Gomes. **Perspectivas para a formação docente universitária com aspectos Makers**. Revista de Estudos Aplicados em Educação, v. 2, n. 4, jul./dez. 2017. Disponível em: <[10.13037/rea-e.vol2n4.4997](https://doi.org/10.13037/rea-e.vol2n4.4997)>. Acesso em: 14 jun. 2018.

GAEIRAS, Bernardo. **Fab Lab Lisboa**: when a municipality fosters grassroots, technological and collaborative innovation. Field Actions Science Reports [Online], Special Issue 16 | 2017, Online since 01 June 2017, connection on 09 January 2018. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/factsreports/4304>>. Acesso em: 28 maio 2018

GALVÃO, Taís Freire; PEREIRA, Maurício Gomes. **Revisões sistemáticas da literatura**: passos para sua elaboração. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ress/v23n1/2237-9622-ress-23-01-00183.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2018.

GIUSTI, Jessica D.; ALBERTI, Fernando G.; BELFANTI, Federica. **Makers and clusters**: knowledge leaks in open innovation networks. Journal of Innovation & Knowledge (2017). Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.04.001>>. Acesso em: 28 maio 2018.

KOHTALA, Cindy. **Making “Making” Critical**: how sustainability is constituted in Fab Lab ideology. The Design Journal, 20:3, 375-394, Disponível em: <DOI:10.1080/14606925.2016.1261504>. Acesso em: 18 jun. 2018.

MARAVILHAS, Sérgio; MARTINS, Joberto. **Strategic knowledge management a digital environment**: tacit and explicit knowledge in Fab Labs. Journal of Business Research (2018), Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.061>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

NASCIMENTO, Susana; PÓLVORA, Alexandre. **Maker cultures and the prospects for technological action**. Sci Eng Ethics (2018) 24:927-946



Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s11948-016-9796-8>>. Acesso em: 27 maio 2018.

NETO, Emílio Bertholdo. **Sistemas de tecnologia urbanas colaborativas: os casos da Rede Fab Lab Livre SP e do MobiLab**. 2018, 247f. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/3583>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

NEVES, Heloísa. **Maker Innovation: do open design e fab labs ... às estratégias inspiradas no movimento maker**. São Paulo, 2014, 261 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-14072015-112909/pt-br.php>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

OLIVEIRA, Diego Jucá de Lima. **O uso da Prototipagem e Fabricação Digital no ambiente Fab Lab**. 2016. 109 f. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/142793>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

RUIZ, Maria Elena García; ACEBO, Francisco Javier Lena. **Fab Lab global survey characterization of Fab Lab phenomenon**. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/iel7/8390719/8398632/08399154.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

SANTANA, André L. M. et al. **Lite Maker: um fab lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2016.21>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

SAVASTANO, Marco et al. **Fab Labs as Platforms for Digital Fabrication Services: a literature analysis**. IEES 2017, LNBIP 279, pp. 24–37, 2017. Disponível em: <DOI: 10.1007/978-3-319-56925-3_3>. Acesso em: 27 jun. 2018.

STACEY, Michael. **The Fab Lab network: a global platform for digital invention, education and entrepreneurship**. Innovations: Technology, Governance, Globalization Volume 9 | Issue 1-2 | Winter-Spring 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/inov_a_00211>. Acesso em: 28 maio 2018.

URRUTIA PINTO, Sofia Lorena et al. **O Movimento Maker: enfoque nos Fab Labs brasileiros**. Disponível em: <http://www.anprotec.org.br/moc/anais/ID_147.pdf>. Acesso em: 25 maio 2018.

URRUTIA PINTO, Sofia Lorena et al. **Fab City com enfoque em economia circular**. Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia, [S.l.], oct. 2017. ISSN 2526-3145. Disponível em: <<http://www.inova.ceplan.udesc.br/index.php/inova/article/view/59>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

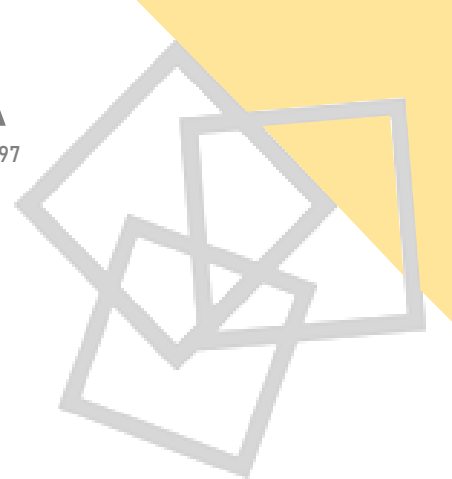
VIEIRA, Regiane Balestra; BRESCIANI, Luis Paulo; DOS SANTOS, Isabel Cristina. **Fab Labs network in developing countries knowledge: spillover effects or managing technology development within the scarcity economy?** 2017 Proceedings of PICMET '17: Technology Management for Interconnected World. Disponível em:



<<https://ieeexplore.ieee.org/document/8125265/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

VOIGT, Christian; UNTERFRAUNER, Elisabeth; STELZER, Roland. **Diversity in Fab Labs**: culture, role models and the gendering of making. Springer International Publishing AG 2017 I. Kompatsiaris et al. (Eds.): INSCI 2017, LNCS 10673, pp. 52–68, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70284-1_5>. Acesso em: 27 jun. 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. 2. ed.



O desenho da cidade histórica enquanto elemento de memória e preservação: o caso de Cachoeira, no Recôncavo Baiano

The design of the historic city as an element of memory and preservation: the case of Cachoeira, in the Recôncavo Baiano

Elisângela Queiroz Veiga

Mestranda em Desenho,
Cultura e Interatividade,
Universidade Estadual de
Feira de Santana (UEFS);

Bolsista da Fundação de
Amparo à Pesquisa do Estado
da Bahia (Fapesb);

Bacharela em Arquitetura e
Urbanismo, Universidade
Federal de Ouro Preto
(UFOP);

Bacharela em Design Gráfico,
Universidade Federal da
Bahia (UFBA);

Licenciada em Matemática,
Universidade Estadual de
Feira de Santana (UEFS);

elisveigga@gmail.com

RESUMO:

O artigo apresentado faz um preâmbulo referente a conceitos de memórias que estão relacionados com os espaços que ocupamos e imprimimos nossas experiências, bem como a importância do reconhecimento da materialidade enquanto suporte para a convalidação da memória coletiva. A forma da cidade, por meio do seu desenho, é tomada como suporte dos registros deixados ao longo do tempo pelos seres humanos, sendo proposta uma reflexão sobre o traçado das aglomerações urbanas e suas implicações. O caso específico da cidade de Cachoeira, no Recôncavo Baiano, é abordado como exemplo do desenho característico da maioria das cidades históricas brasileiras, que carecem de um olhar respeitoso para com o seu passado e as demandas atuais. Para tanto, as ferramentas de desenho urbano são pontuadas como alternativas no processo de preservação do patrimônio edificado, considerando as formas de ocupação das cidades ao longo do tempo.

Palavras-chave: desenho; memória; desenho urbano; patrimônio; cidade de Cachoeira no Recôncavo Baiano.

ABSTRACT:

The article presents makes a preamble referring to concepts of memories that are related to the spaces we occupy and print our experiences, as well as the importance of the recognition of materiality as a support for the convalidation of collective memory. The shape of the city, through its design, is taken as a support for the records left over time by human beings, and a reflection on the layout of urban agglomerations and their implications is proposed. The specific case of the city of Cachoeira, in the Recôncavo Baiano, is approached as an example of the characteristic design of most brazilian historical cities, which lack a respectful look at their past and current demands. For this, the tools of urban design are punctuated as alternatives in the process of preservation of the built heritage, considering the forms of occupation of the cities over time.

Keywords: drawing; memory; urban design; patrimony; city of Cachoeira in the Recôncavo Baiano.



1. INTRODUÇÃO

A nossa atuação no meio em que vivemos será deixado como legado para as gerações futuras para a conformação das suas memórias, assim como nos foram (e continuam sendo) oferecidos elementos para que consolidemos a nossa percepção histórica em relação ao nosso espaço de vivências. Nesse sentido, Maurice Halbwachs, assevera que:

A história não é todo o passado, mas também não é tudo aquilo que resta do passado. Ou, se o quisermos, ao lado de uma história escrita, há uma história viva que se perpetua ou se renova através do tempo e onde é possível encontrar um grande número dessas correntes antigas que haviam desaparecido somente na aparência (HALBWACHS, 2003, p. 45).

Os diversos registros visuais que são produzidos ao longo do tempo, conformam um arcabouço de memórias pertinentes às práticas de um determinado grupo, assim como às paisagens de lugares que se modificaram significativamente, compreendidas nesse elenco a organização dos espaços habitados pelo homem.

De acordo com Halbwachs (2003, p. 92), as imagens espaciais têm uma função na memória coletiva, sobretudo no que diz respeito às marcas que o grupo imprime num determinado lugar, o qual, guarda com seus pares uma relação de identidade particular e restritiva. “O lugar ocupado por um grupo não é como um quadro negro sobre o qual escrevemos, depois apagamos os números e figuras”. Sendo assim, podemos afirmar que as transformações no espaço habitado, promovidas pelos indivíduos que nele vivem, estão em contínua alimentação simultânea. E cada grupo, encontrará significados próprios, uma vez que:

A memória opera com grande liberdade escolhendo acontecimentos no espaço e no tempo, não arbitrariamente, mas porque se relacionam através de índices comuns. São configurações mais intensas quando sobre elas incide o brilho de um significado coletivo (BOSI, 2003, p. 31).

Com relação às cidades, guardamos os registros visuais que fazem parte da nossa história e que jamais poderão estar dissociados do seu lugar de origem. O espaço urbano traz consigo um desenho próprio, com suas formas e volumes, resultantes da ação do homem sobre ele, conforme as necessidades que lhes foram impostas ao longo do tempo. Ainda que essas necessidades não tenham advindo de uma coletividade, seu produto contribuirá para a formação de uma memória coletiva.

Nesse aspecto, podemos endossar a colocação de Maria Elaine Kohlsdorf, ao afirmar que as paisagens têm a particularidade de nos contar histórias, as quais estariam apoiadas sobre as memórias de “entes queridos”, nas quais estão contidos os “espaços em que viveram” (KOHLSDORF, 1998, p.28). Sendo assim, nossas memórias relativas ao espaço em que vivemos no mundo, se compõem a partir das nossas impressões, permeadas pelas



memórias (concretas e subjetivas) que nos são apresentadas por nossos antepassados.

Ao considerarmos as cidades, relativamente antigas, definidas corriqueiramente como históricas, tendemos a imaginar que as mesmas apresentam um caráter mais efetivo quanto aos registros visuais, uma vez que tenham sido cenário de um número considerável de ocorrências das mais diversas origens. No entanto, devemos partir do pressuposto de que todas as cidades são históricas, uma vez que carregam consigo as marcas das ocorrências que os seus indivíduos lhes proporcionaram. Adotamos a expressão “cidade histórica” apenas por uma convenção, para denominar aquelas cidades que já foram objeto de tombamento, no todo ou em parte, por órgãos competentes na salvaguarda do patrimônio edificado.

É salutar que reconheçamos a importância da preservação de patrimônios edificados, enquanto registros formais da transformação espacial de uma cidade. A valorização e comprometimento de uma comunidade para com o seu passado, por meio da preservação do lugar em que vive, é sinônimo de respeito para com sua história e com seus antepassados. Salvaguardar os espaços e edificações de um núcleo urbano, contribui para uma melhor compreensão dos eventos e modos de viver de tempos pretéritos.

Os registros impressos em uma cidade de origens mais remotas são como camadas que se interpõem ao longo do tempo, carregando consigo tantos registros quantos lhe tenham sido favorecidos pelos seus habitantes, e aqueles que possam ter interferido em seus processos de transformação. Podemos reforçar esse posicionamento, ao considerar que:

Na cidade persistem elementos de vários tempos. Edificações e configurações de seu assentamento primitivo convivem com elementos de um passado mais próximo e/ou construções contemporâneas, refletindo a história dos grupos sociais que sucessivamente geraram esse espaço (LANDIM, 2004, p. 37).

Intervenções que descaracterizem a organização espacial passada de uma cidade, proporcionam uma alteração considerável em sua paisagem, comprometendo a sua memória coletiva, ainda que muitos dos seus indivíduos guardem informações relevantes. Pois, com o passar do tempo, os relatos transmitidos aos demais, sofrem interferências de cunho subjetivo, que não podem ser verificados eficientemente no ambiente que se apresenta no momento.

Em se tratando da preservação do patrimônio, para que os efeitos sejam positivos há que se criar uma relação de pertencimento entre os indivíduos relacionados com os elementos a serem preservados. Um determinado bem, configura a materialidade de uma memória coletiva que encontrará subsídios mais consistentes para se perpetuar, uma vez que os grupos, com o passar do tempo, fragmentam-se no que diz respeito às premissas que outrora os fizeram cúmplices em um mesmo pensamento.



A cidade encontra lugar de destaque ao materializar diversas manifestações dos seus ocupantes, guardando consigo as marcas das diversas influências a que se submeteram suas gentes. “Cada cidade é um palimpsesto de histórias contadas sobre si mesma, que revelam algo sobre o tempo de sua construção e quais as razões e as sensibilidades que mobilizaram a construção daquela narrativa” (PESAVENTO, 2007, p. 17). O espaço urbano, guarda em si, parte substancial do que conhecemos como patrimônio material.

Ao longo dos séculos e das civilizações, sem que aqueles que a construam ou nela viviam tivessem intenção ou consciência, a cidade desempenhou o papel memorial de monumento: objeto paradoxalmente não elevado a esse fim, e que, como todas as aldeias antigas e todos os estabelecimentos coletivos tradicionais do mundo, possuía, em um grau mais ou menos restrito, o duplo e maravilhoso poder de enraizar seus habitantes no espaço e no tempo (CHOAY, 2006, p. 181).

“Quando um grupo está inserido numa parte do espaço, ele a transforma à sua imagem, ao mesmo tempo em que se sujeita, e se adapta às coisas materiais que a ele resistem” (HALBWACHS, 2003, p. 92). Os bens que se mantêm ao longo do tempo, num determinado espaço, corroboram para uma identificação melhor sedimentada dos membros de um grupo, aos quais estejam associados. Com isso, a noção de preservação é melhor apreendida pelos indivíduos, uma vez que se sintam familiarizados e corresponsáveis pelos bens pertencentes ao seu espaço de convívio.

No Brasil, a atenção para com a preservação dos bens que se relacionavam com a cultura e memória, em diversas partes do território, teve lugar, sobretudo, a partir do início do século XX, quando se deu início à criação de instituições que se ocupariam de salvaguardar o que se configurava como patrimônio, determinando os critérios a serem considerados para que adquirissem tal definição.

Com a criação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), em 1937, ainda sob a denominação de Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), composto em sua maioria por pensadores modernistas, foi estimulado no país o resgate das características próprias da cultura brasileira, na tentativa de afastar-se da influência europeia. Para isso, os membros apoiaram-se no modernismo brasileiro e no resgate das características coloniais das nossas cidades, com a justificativa de comprometimento com a identidade nacional.

O IPHAN iniciou sua atuação na salvaguarda do patrimônio nacional, sendo visto como um órgão autoritário, que se valia do tombamento para impedir a atuação do indivíduo sobre os bens tombados. Ocorre que, para o tombamento encontrar justificativa junto aos seus usuários, haveria de existir, previamente, uma relação de uso e memória das pessoas com os referidos bens, caso contrário, as motivações das ações de preservação estariam fadadas ao fracasso.



Cabe observar que, ainda que o IPHAN esteja em atuação há mais de 80 anos no país, as ações voltadas à conscientização da comunidade para com a preservação de bens materiais e imateriais, ainda não surtiram os efeitos necessários para um efetivo envolvimento dos indivíduos com os objetos a serem protegidos. Nem mesmo uma compreensão mais aprofundada da importância de tal preservação, e como a mesma pode se dar em consonância com as demandas da população.

Isso se aplica às cidades tombadas, no todo ou em parte, que ainda hoje se configuram como cenários de disputas entre intervenções preservacionistas, em contraponto com as adaptações por uma melhor acessibilidade ou as demandas do mercado imobiliário.

A preocupação em viabilizar uma cidade que atenda às necessidades das pessoas é algo relativamente recente, haja vista a conformação espacial das nossas cidades históricas. Essas, quase sempre estiveram associadas a interesses de ordem econômica, começando pela localização das mesmas. Para ilustrar, podemos citar aquelas que tiveram como incentivo de implantação a condição de entreposto comercial ou a localização de algum recurso a ser explorado. Com isso, a urbe se desenvolvia em torno das atividades econômicas preconizadas pela sua condição mercadológica.

Além de uma localização predeterminada, as cidades foram adotando traçados e formas conforme preceitos ditados pelo poder hegemônico de cada momento histórico, bem como pelas características físicas dos territórios em que se implantavam.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. O traçado das cidades

Não é possível afirmar com precisão quando o ser humano resolveu fixar-se em um determinado sítio, convivendo coletivamente com seus semelhantes. Por mais que se tenham informações a respeito desse assunto, muito mais se carece para precisar ações dessa natureza. Muito do que nos poderiam contar as antigas cidades, encontra-se enterrado sob as urbes que se reconstruíram sobre seus vestígios originários ao longo do tempo. Outros tantos, se perderam em decorrência da sua vulnerabilidade às ações do tempo, e de natureza antrópica.

No entanto, podemos encontrar subsídios referentes aos primeiros assentamentos, e suas características espaciais, que remontam ao período Neolítico, entre 3.000 e 4.000 anos antes de Cristo, nas imediações dos vales dos rios Tigre e Eufrates. Essas aglomerações indicam a intenção de domínio da natureza e de ordenação da agricultura, sem, no entanto, configurar argumentos sólidos que justifiquem o despontar das aglomerações urbanas.

Ainda que cercada por muitas imprecisões, uma coisa é certa: nenhuma cidade surge por acaso. Segundo Medeiros (2006, p. 176), seja por



questões referentes à defesa, ao comércio, à garantida posse do território, ou ainda, em decorrência de algum simbolismo, sempre existirá um fator determinante para a fixação de um grupo num território. E, ao decidir ocupar um espaço, já estará determinando uma espécie de planejamento. "A visão de planejamento não deve se restringir à verificação das características geométricas de uma trama viária, e sim ponderar outros aspectos temporais que condicionam os eixos de crescimento e retração em assentamentos urbanos".

O estudo do traçado das cidades, desde muito tempo, tende a associar a ortogonalidade das vias ao aspecto de um suposto planejamento, enquanto a ocupação caracterizada por vias tortuosas, que se adapta ao terreno, atribui-se o caráter de desordem. Na verdade, estaria esse último modelo, condicionado aos aspectos geográficos do sítio, definindo "um sistema de crescimento urbano extremamente flexível, que mais facilmente responde às demandas sociais e funcionais de períodos históricos específicos" (MEDEIROS, 2006, p. 196).

Ao longo da história das cidades, e sua conformação, essas duas características surgem nas mais diversas localizações de tempo e espaço, quando não, associadas num mesmo território. Portanto, é equivocada a ideia de que a malha reticulada, seja um indício de contemporaneidade do ordenamento do solo urbano. As colônias gregas e romanas já apresentavam tal característica, que encontramos ainda nas colônias espanholas da América Latina e em cidades da América do Norte.

A grelha, tão assimilada como elemento ordenador do espaço, teria "dois propósitos simples": contemplar "um simbolismo associado à efetiva tomada intencional da terra" e facilitar "a colonização ao permitir a consolidação de maneira mais rápida e eficaz" (MEDEIROS, 2006, p. 197-198). A topografia seria ignorada, facilitando a implantação em qualquer localidade, conforme assegura Reader (2004).

Na dita América Portuguesa, a ocupação do território esteve sempre associada à falta de planejamento dos portugueses, que acreditava-se não disporem de métodos e conhecimento técnico para tal empreendimento. De acordo com Kostof (2001), a cidade com características orgânicas, dificilmente estariam associadas a uma racionalidade de ocupação antes da era moderna.

O perfil da cidade portuguesa seria uma herança do medievo, primando pela adaptação ao sítio e que era, segundo MEDEIROS (2006, p. 242), "esculpida por ruelas estreitas, praças esconsas e lugares de beleza peculiar". Essa característica, fez com que a cidade portuguesa fosse preterida, em detrimento do suposto planejamento urbano ostentado pelas malhas ortogonais adotadas pelos espanhóis na América Latina, conforme assegura Teixeira (2000).

A maior parte das cidades, implantadas inicialmente no Brasil, estavam localizadas no litoral, ou nas proximidades, facilitando o contato



com a metrópole. Muito da aparente ocupação espontânea do território estava atrelada a medidas de defesa e proteção, combinando baías e elevações, como nos casos de Salvador e Rio de Janeiro. Com o tempo, a parte referente à cidade baixa, passa a abrigar o comércio nas imediações dos portos.

Conforme assevera Medeiros (2006), as cidades portuguesas, implantadas em conformidade com os acidentes geográficos dos territórios, dispunha seus edifícios conforme a topografia, suas praças se estruturavam lentamente, sendo, como suas vias, definidas pelo relevo. O autor enfatiza, ainda, uma particularidade que diferencia os núcleos urbanos portugueses:

ali há quase que sempre a convivência entre os traçados eruditos, articulados, planejados segundo rígidos cânones de estruturação urbana, e aqueles de origem vernacular, compostos a partir de uma apropriação do território cujas intenções são particularizadas e promovem desenhos urbanos tendentes a baixo grau de ordenamento (MEDEIROS, 2006, p. 260).

De acordo com Medeiros (2006), o traçado da cidade portuguesa seria uma mescla do formalismo, evidenciado em formas geométricas regulares, planejado previamente por um poder central, e do espaço conformado em partes, atrelado a interesses particulares e privados, aparentando pouca ordem. Essa dualidade, nas cidades do Brasil Colônia, vai se impondo ao longo da consolidação das mesmas, determinando uma característica peculiar das cidades brasileiras, conforme observa Teixeira (2000). Com a interiorização do Brasil, por meio das Bandeiras, vão sendo adotados os traçados mais geométricos.

Os assentamentos urbanos brasileiros se expandem e crescem a partir do século XIX. Com o fim da Guerra do Paraguai, a abolição da escravatura e o êxodo do campo para a cidade, muitas pessoas migram para as cidades maiores, aquelas que configuravam os núcleos iniciais da colônia. Com isso, as malhas urbanas, conformadas por tecidos diversificados, cresceram de forma alarmante, propiciando a segregação espacial, determinando o isolamento de alguns núcleos.

Em grande escala, tanto o modelo ortogonalizado do tecido urbano, quanto aquele caracterizado pela irregularidade, tendem a apresentar problemas. Em "grandes cidades ou capitais, a irregularidade pode se transformar em uma característica excludente da vitalidade urbana ampliando problemas de setorização, segregação e exclusão social". Já os tecidos ortogonais, quando visualizados em "grandes assentamentos onde há uma nítida malha regulada, embora não exista uma adequada articulação interpartes, recaímos na questão do labirinto e as aparentes vantagens de uma malha aberta" (MEDEIROS, 2006, p. 271-272).

Quando em menor escala, espaços compostos em tabuleiro, seriam favoráveis a uma maior fluidez, enquanto os tecidos irregulares estariam associados a espaços mais interessantes e aprazíveis. Nesse último caso,



encontram-se cidades como Cachoeira, Mucugê e Tiradentes, de acordo com Medeiros (2006).

A cidade de Cachoeira apresenta o típico traçado irregular lusitano, estabelecido entre o imponente rio Paraguaçu e as encostas á sua esquerda. Com isso, a cidade que se iniciou à margem do rio, foi adotando maiores cotas para suas edificações, adaptando-se ao terreno e fugindo dos efeitos das enchentes. Com a expansão do seu núcleo, sobretudo no final do século XIX e início do século XX, a porção mais íngreme foi ocupada, principalmente para fins residenciais.

2.1.1. O Desenho da Cidade de Cachoeira

Cachoeira teve considerável relevância no cenário econômico brasileiro durante o período colonial e do império. Localizada na primeira região urbanizada do Brasil, subordinada a Salvador, o Recôncavo Baiano, funcionou como entreposto comercial entre a capital e o interior da porção continental do país. “Por ser ponto de passagem obrigatório do transporte fluvial para o terrestre, durante dois séculos, Cachoeira desempenhou a função de empório de uma rica e vasta região” (PESSOA e PICCINATO, 2007, p. 117).

De acordo com o Programa de Desenvolvimento Integrado da cidade monumento de Cachoeira, Secção II/ Plano Diretor (1976), há que se considerar Cachoeira, como:

Polo de desenvolvimento de singular importância no período colonial, ponto obrigatório de passagem dos produtos que, vindos do exterior, iam a Salvador e da “Cabeça do Brasil” seguiam para Cachoeira, para daí tomar o destino do sertão da Bahia e das Capitanias do Sul e o Centro, desde o século XVIII Cachoeira desempenha destacado papel nesse sentido centrífugo, como também no centrípeto, recebendo os produtos dos mesmos pontos em sentido contrário, para seguirem até Salvador e daí atingirem o mundo português (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/UFBA, 1976, n.p).

Ainda de acordo com (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/UFBA, 1976), a cidade teve seu traçado inicial determinado pela ocupação linear, à margem do rio Paraguaçu, tendo nascido entre os riachos Pitanga e Caquende, apresentando um tecido urbano próprio das cidades lusitanas, com pequenas quadras e ruas curvilíneas, compostas por edificações que representavam o posicionamento estratégico da cidade no cenário econômico, inclusive como pólo açucareiro.

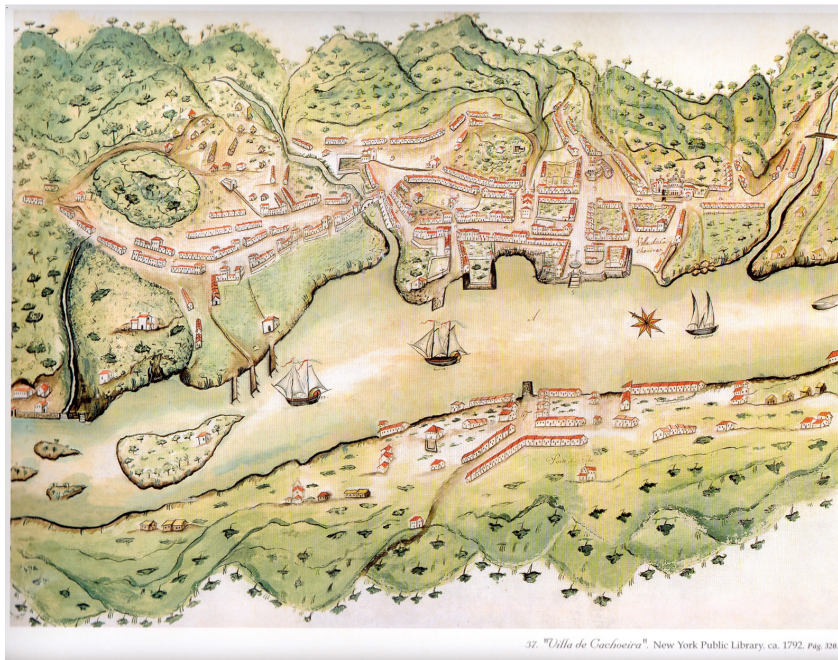
Além dos dois riachos que abrigavam o embrião do assentamento urbano de Cachoeira, figurava o imprescindível rio Paraguaçu que equiparava-se em importância, ao rico solo de massapê da região, enquanto fomentador da implantação do povoado. A água desse rio foi de suma importância, tanto para a agricultura (irrigação e funcionamento dos engenhos), quanto para o escoamento da produção e circulação de diversas



mercadorias. Essa característica nos remete à implantação de cidades da civilização mesopotâmica que se implantavam nas várzeas, no intuito de estabelecer a posse de terras irrigadas.

Uma aproximação da organização espacial da vila, no final do século XVIII, pode ser observada na ilustração "Villa de Cachoeira" (sem datação), (Figura 1). A aquarela, da qual se desconhece a autoria, prima por uma representação objetiva, rica em detalhes. Nela, podemos identificar o traçado da malha urbana e a disposição das edificações mais emblemáticas da cidade, a partir da visada de algum ponto elevado na localidade de São Félix, na outra margem do rio Paraguaçu. As edificações que mais se destacam são os templos religiosos e a Casa de Câmara e Cadeia.

Figura 1: "Mapa da Vila de Cachoeira", sem datação. Autor não identificado.



Fonte: Reproduzida em: REIS, Nestor Goulart. *Imagens de Vilas e Cidades do Brasil Colonial*. São Paulo: Edusp, 2000, p. 55.

A ilustração apresentada define-se pela minúcia que o autor imprimiu ao executá-la. O registro deixado se aproxima bastante de como estava organizada a vila quando foi executada a obra. No final do século XVIII "o núcleo urbano já estava plenamente consolidado, com os principais monumentos de arquitetura civil e religiosa já edificadas" (PESSÔA e PICCINATO, 2007, p. 118). Com isso, podemos concluir o quão eficiente pode ser um registro visual ao resgatar as características mais marcantes de um território, sobretudo em se tratando de questões voltadas à memória de uma coletividade.

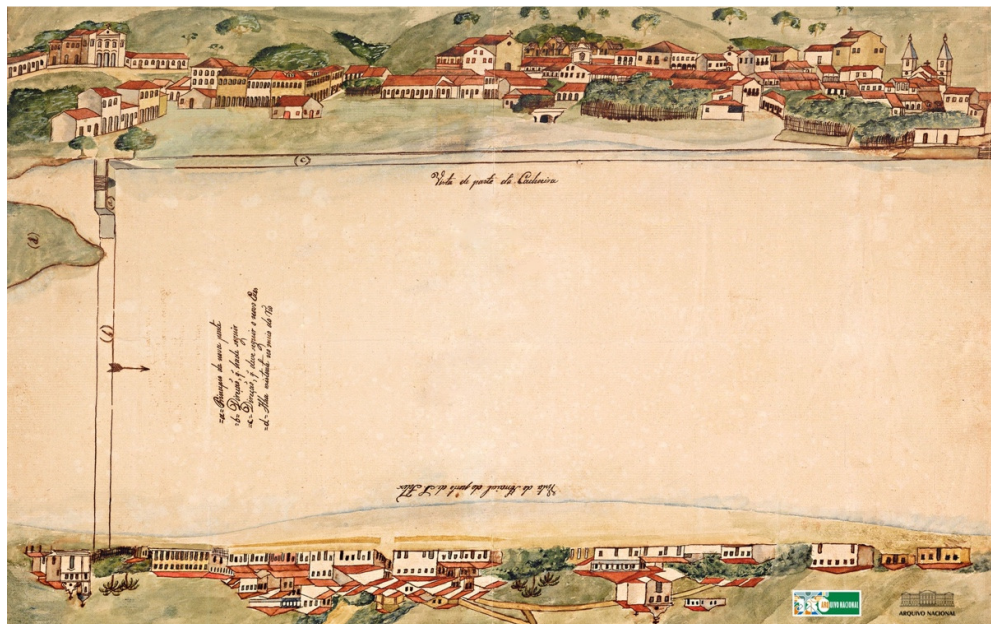
Ao descrever a Villa de Cachoeira, em 1802, Luiz dos Santos Vilhena ressaltou o quão "espaçosa" era, apresentando "bons edificios", dentre os



quais são elencados a Igreja Matriz e a Casa de Câmara e Cadeia¹. Relatou, ainda, a existência de um “bom hospital” e um “convento de Carmelitas calçados”, além de uma “passagem para o Arraial de S. Felix de que annualmente se tira hum bom rendimento para a Camara”² (VILHENA, 1802, livro II, p. 505).

No início do século XIX, em 1818, antes mesmo da elevação de Cachoeira à condição de cidade³, foi executada uma ilustração contemplando, inclusive, a localidade de São Félix, que na época figurava como um bairro de Cachoeira, também com características portuárias. Nessa ilustração, ainda que desprovida de requintes gráficos em sua representação, é possível identificar a relação entre as duas aglomerações urbanas e suas respectivas características edilícias (Figura 2). Trata-se de um registro visual, sob o qual podemos rememorar peculiaridades do espaço urbano, impossíveis de serem contemplados na paisagem atual. E, ainda que muito se tenha modificado ao longo do tempo, a identidade do lugar se mantém pelo reconhecimento da sua singularidade. Algo, de fato, importante, como apregoaria Lynch (1981), de acordo com um dos critérios, definidos por ele, para uma boa forma urbana: o sentido de identidade.

Figura 2: Detalhe da vista do arraial do porto de São Félix, na margem direita do rio Paraguaçu, um dos primeiros adensamentos urbanos da Bahia durante o período colonial. Em: Ponte entre a vila da Cachoeira e a povoação de São Félix. Bahia, 1818. Arquivo Nacional, Fundo Ministério do Reino (BR RJ ANRIO 57.0.MAP.1).



Fonte: <http://www.arquivonacional.gov.br/br/difusao/papeis-de-parede/4-papeis-de-parede/detail/28-vista-do-arrail-do-porto-de-sao-felix.html>. Acesso em: 26 jan. 2019.

¹“(...) são igualmente boas, grandes e vistosas as casas do o Conselho em que há espaçozas salas e muito boa cadêa quando as rendas do Conselho não são avantajados” (VILHENA, 1802, livro II, p. 505, grafia original).

²Redação e grafia originais.

³Cachoeira foi elevada à categoria de cidade em 13 de março de 1837, sob a Lei nº 44.



Outro registro, não menos importante, nos proporciona a contemplação do frontispício da cidade portuária, no final do século XIX, com suas características edificações de então, bem como as embarcações que aportavam naquela cidade. Algumas particularidades, como o mercado municipal, que foi demolido alguns anos após ser construído, por não ser bem aceito pelos comerciantes de víveres, consta dessa ilustração, à esquerda. (Figura 3).

Figura 3: Parte 1 da ilustração publicada, em agosto de 1868, no *The Illustrated London News*, uma revista inglesa ilustrada, que circulou por 161 anos, de 1842 a 2003 Cachoeira, Province of Bahia, in the Empire of Brazil.



Fonte: <http://www.bahia-turismo.com/cachoeira/ilustracao.htm> . Acesso em: 28 jan. 2019.

Ainda que mais de um século e meio nos separe do momento do registro apresentado, é perceptível que muitas das características singulares da cidade foram preservadas. Isso se pode concluir devido à possibilidade de reconhecimento de edificações que seguem presentes na paisagem urbana de Cachoeira. Num outro fragmento, da mesma ilustração, podemos identificar o Convento do Carmo (à direita), as torres da Igreja de Nossa Senhora do Rosário (à esquerda) e a atual Praça Teixeira de Freitas (antigo Largo do Pelourinho, no cais) (Figura 4).

Figura 4: Parte 2 da ilustração publicada, em agosto de 1868, no *The Illustrated London News*, uma revista inglesa ilustrada, que circulou por 161 anos, de 1842 a 2003 Cachoeira, Province of Bahia, in the Empire of Brazil.



Fonte: <http://www.bahia-turismo.com/cachoeira/ilustracao.htm> . Acesso em: 28 jan. 2019.



No século XIX, a área que margeava o rio Paraguaçu desenvolveu-se consideravelmente. Enquanto as edificações voltadas às atividades de armazenamento e transporte de mercadorias situavam-se próximas aos locais de embarque, aquelas de cunho administrativo e residencial foram, cada vez mais, implantadas em zonas de cotas mais altas, resguardando-se assim, dos efeitos das enchentes. Esse teria sido o motivo para a implantação da Casa de Câmara e Cadeia (num “Terrapleno”), bem como a edificação dos Carmelitas, “na encosta do morro da Mangabeira”, e da Igreja e Convento da Ordem Terceira do Carmo, em cotas mais elevadas (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/UFBA, 1979, p. 63). Essas características podem ser observadas nas duas últimas ilustrações que, além do patrimônio edificado, evidencia a topografia e vegetação do sítio em questão.

No final do século XIX, após a participação de Cachoeira na Guerra do Paraguai, surgem os primeiros indícios de um declínio sofrido pela cidade. Dentre esses, pode-se listar a redução da população em decorrência da epidemia do cólera (1855), além de informações trazidas por Mello Moraes, em sua obra “Brasil Histórico”, no que diz respeito ao meado da década de 1860. Segundo a referida obra, “Cachoeira tinha na ocasião 52 quarteirões contendo 1.051 casas térreas, 233 sobrados e perto de 150 casas de palha”. Nessa época as ruas eram “tortuosas e pessimamente calçadas”, a iluminação pública “pessimamente servida” (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL /UFBA, 1979, p. 104-105). Na Figura 5, podemos observar uma aproximação do desenho apresentado pela malha urbana de Cachoeira em 1880.

Figura 5: Mapa de Cachoeira, 1880.



Fonte: INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/ UFBA. Evolução Urbana de Cachoeira – Séculos XIX e XX. Vol. II. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 1979. (anexos)



Apesar dos muitos fatores contribuírem para o declínio sofrido por Cachoeira, no final do século XIX, ela “continuava a ser o mais importante entroncamento da Bahia, no concernente ao tráfico de mercadorias” (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/UFBA, 1979, p. 125). Segundo Augusto Mascarenhas, ainda na “segunda década” do século XX, a cidade contava com movimento relacionado às suas atividades associadas ao comércio e o “desenvolvimento da indústria do fumo” (MASCARENHAS, 1979, p. 22 *apud* INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/UFBA, 1979, p. 125).

Com o decréscimo das atividades econômicas, devido à queda na produção do açúcar e da exportação do fumo, a partir dos anos de 1950, posteriormente aliadas à implantação da Petrobras no Recôncavo Baiano, Cachoeira entrou num período de estagnação, ao qual esteve associado o seu patrimônio arquitetônico e urbano por longos anos. Esse cenário pode ser observado atualmente, configurado por muitas edificações vazias ou subutilizadas, algumas em estado de ruína, requerendo intervenções urgentes.

O conjunto arquitetônico e paisagístico da cidade foi tombado em 1971, pelo IPHAN, sem, no entanto, ser definido o perímetro a ser protegido. Em 2005, foi lançado edital do Programa Monumenta, do Governo Federal que contemplou intervenções em imóveis (privados) e na orla de Cachoeira que passaram por intervenções que deram um “respiro” ao estado de paralisação no qual se encontrava a cidade. Inclusive, o imóvel que cedeu lugar à Universidade Federal do Recôncavo Baiano naquela cidade, uma antiga fábrica de charutos, foi objeto de intervenção do programa.

Ainda hoje, Cachoeira constitui uma aglomeração mononuclear de tipologia simples, cujo crescimento foi condicionado pelo mesmo eixo linear paralelo ao rio. O caráter espontâneo de seu desenvolvimento confere à malha urbana da cidade um desenho irregular resultante de sua paulatina adequação ao próprio sítio. Nos últimos cem anos, essa trama urbana pouco se modificou. As transformações mais importantes são observadas na formação de favelas ao longo de alguns trechos das encostas, mas a variação do número de habitantes no último século também é irrelevante (PESSÔA e PICCINATO, 2007, p. 119).

Muito do traçado da malha urbana da cidade guarda consigo as memórias de atividades desenvolvidas no passado, como no caso da Rua 13 de maio, conhecida antigamente como Rua de Baixo, que até final do século XIX, concentrava as atividades comerciais da cidade. E sobre a referida, é possível perceber, na “irregularidade da trama urbana”, que:

há alternância de espaços que se abrem até se transformarem em largos ou se restringem até se tornarem vielas, numa sequência aparentemente ilógica. Nessa rua, pode ser observado o aspecto imponente de algumas casas de dois ou mais andares, além de edificações que conservam, em perfeita harmonia, características arquitetônicas dos séculos XVIII, XIX e XX (PESSÔA e PICCINATO, 2007, p. 121).



Além das edificações, que guardam muito do passado memorável da cidade, existem pontos que favorecem a apreciação de panoramas na integração da urbe à sua localização geográfica, como o que se mostra a partir da igreja de Nossa Senhora da Conceição do Monte. Outras ruas preservam as características fundamentais do passado, por fazerem parte do eixo de crescimento principal da cidade, como a antiga rua Formosa, atual Antônio Carlos Magalhães.

A partir da investigação mais detalhada do traçado da cidade e sua evolução ao longo do tempo é possível compreender os fatores que determinaram a forma assumida pela malha urbana que se apresenta (Figura 6), bem como relacionar a influência dos fatores econômicos e sociais nesse processo.

Figura 6: Vista aérea da cidade de Cachoeira, BA.



Fonte: Jornal Grande Bahia (<http://www.jornalgrandebahia.com.br/2016/10/tem-inicio-a-sexta-edicao-da-feira-literaria-internacional-de-cachoeira/>). Acesso: 12 dez. 2018.

Há que se considerar a importância da preservação das características peculiares que a cidade de Cachoeira ainda guarda no seu conjunto arquitetônico, que se encontra vinculado à memória daqueles que nela habitam. Para tanto, consideremos a importância crucial das ferramentas do desenho urbano como alternativa, não apenas para pequenas cidades, como Cachoeira, mas, fundamentalmente, para os grandes centros urbanos que carregam em seu âmago a história dos nossos antepassados e suas marcas no espaço que habitaram.

2.2. A cidade histórica e o desenho urbano

Antes de qualquer abordagem, vale ressaltar o entendimento aqui assumido com relação à expressão "cidade histórica". Para tanto, cabe explicitar que adotamos tal expressão para identificar as aglomerações urbanas, reconhecidamente detentoras de patrimônio edificado, bem como

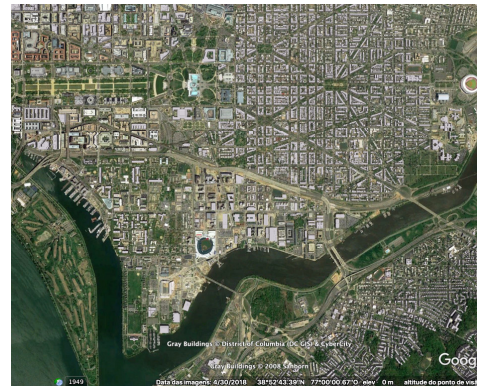


de tecido urbano, que apresentam características pertinentes a tempos pretéritos, enquanto arcabouço material da memória coletiva dos povos que com eles interagiram, ou neles se fixaram.

Trata-se apenas de uma convenção adotada, uma vez que a todas as cidades se pode atribuir o caráter histórico, já que, independente do quão distante no tempo se encontre a data de fundação, cada núcleo urbano traz consigo as marcas da atuação dos indivíduos que com as mesmas tenham interagido. No caso específico do Brasil, estaremos nos referindo a cidades que tenham sido tombadas, no todo ou em parte, pelos órgãos aos quais compete a salvaguarda do patrimônio, tanto no aspecto local, quanto internacional.

Ainda que a noção de preservação do patrimônio edificado seja, aparentemente, recente no contexto brasileiro, algumas importantes cidades no mundo, já surgiram com diretrizes de planejamento urbano, em decorrência, muitas das vezes, da importância política e econômica de tais territórios. Para ilustrar essa abordagem, merece destaque a cidade de Washington, capital dos Estados Unidos, inaugurada em 1800, situada às margens do rio Potomac. Verificar esse caso, vale à pena, por se fazer notar a preservação do traçado urbano, estipulado no seu plano inicial (Figuras 07 e 08).

Figura 7 (esquerda): L'Enfant Plan da cidade de Washington em março de 1792. Figura 8 (direita): Vista aérea de Washington (2018).



Fonte (Figura 7): <https://culturaeviagem.wordpress.com/2013/04/27/como-surgiu-washington-a-capital-planejada-dos-estados-unidos/> Acesso: Dez. 2018. Fonte (Figura 8): Google Earth Acesso: Dez. 2018.

No entanto, cidades surgidas a partir de um planejamento urbano, inclusive no que se refere ao seu traçado, não foi algo comum, assim como não o é, com relação às cidades contemporâneas. Foi, com estímulos iniciais de países como a Inglaterra, que os centros urbanos passaram a gerar interesse no que diz respeito à preservação e interpretação do seu



patrimônio ambiental, a partir do planejamento interpretativo, segundo Murta e Albano (2002), contribuindo com a indústria do turismo, inclusive.

Juntamente com a reestruturação econômica, países centrais empenharam-se em atender à nova ordenação mundial, apoiando-se na defesa da revalorização dos centros urbanos históricos, implementando atividades terciárias e aquelas de ordem econômica desenvolvidas pelo turismo. No Brasil, apenas tardiamente, por volta da década de 1990, foram implementados programas de reabilitação urbana e arquitetônica, compreendendo os sítios históricos. Ainda assim, em cidades pontuais.

A obra de Aldo Rossi, intitulada “A arquitetura da cidade”, de 1966, contempla um método de interpretar a cidade, atribuído ao arquiteto em questão. Esse foi um dos trabalhos que buscou congregar a arquitetura e o urbanismo, partindo da análise morfológica urbana, visando alcançar um método de projetar, de forma coerente com a cidade histórica. Essa análise, configura-se como um recurso que pode se utilizar de registros visuais, como elementos na preservação da memória.

Em fins da década de 1970 as intervenções urbanas passaram por reformulações na sua metodologia, adotando ajustes criteriosos.

Nesse período, haveria a afirmação do Desenho Urbano como campo específico que enfatizava a percepção da cidade existente, ou seja, as características específicas do contexto urbano preexistente em que se pretende atuar. A preocupação com a escala humana e a cidade vista como cenário das relações humanas passariam a fazer parte dessa nova metodologia (ZANETTI, 2005, p. 16).

Muitas críticas foram direcionadas a grandes conjuntos habitacionais que propiciavam uma qualidade ambiental insuficiente, assim como a ação de substituição de partes antigas, baseada em técnicas mais racionais e avançadas na arquitetura. A partir de então, novas metodologias de projeto, considerando a reabilitação urbana, e preservação, foram incorporadas ao exercício do urbanismo, visando a valorização dos centros históricos, reabilitando imóveis e espaços, de forma integrada, como o que começou a ser praticado na Europa.

Segundo Pesavento (2007), é no presente que são pensadas as cidades do passado, a partir da reconstrução dada por meio da “narrativa histórica” ou da memória coletiva ou individual de uma determinada geração. Com isso, pode-se afirmar que a materialização dessas memórias, por meio da preservação do patrimônio edificado, torna a reconstrução de uma época precedente, mais substancial.

A cidade sempre se dá a ver, pela materialidade de sua arquitetura ou pelo traçado de suas ruas, mas também se dá a ler, pela possibilidade de enxergar, nela, o passado de outras cidades, contidas na cidade do presente. Assim, o espaço construído se propõe como uma leitura no tempo, em uma ambivalência de dimensões que se cruzam e se entrelaçam (PESAVENTO, 2007, p. 16).



Entre os anos de 1960 e 1970 grandes cidades em todo o mundo sofreram alterações que modificaram sua escala, contribuindo para a degradação do patrimônio ambiental e imobiliário urbano. Essa prática serviu de incentivo para os diversos processos de reabilitação de muitas cidades europeias, que visavam evitar a monofuncionalidade nos tecidos urbanos, incentivando a recomposição do ambiente degradado e criação de espaços coletivos, levando em consideração a população local.

Conforme Zanetti (2005) as áreas degradadas ou abandonadas de cidades que já haviam se expandido, passaram a se caracterizar como objeto de atenção, uma vez que nessas cidades houve uma disseminação em seus territórios de bairros e cidades satélites logo após a guerra. Essas cidades primaram ainda pela renovação de algumas áreas degradadas e de estruturas viárias, levando em consideração a produção massificada do espaço. Sendo assim, fez-se necessário considerar o patrimônio arquitetônico, adotando premissas de desenho urbano, o que certamente atenderia aos preceitos de preservação.

Nas cidades históricas brasileiras percebe-se que, com excessão dos grandes centros urbanos, poucas delas sofreram alteração da sua escala, mas nem por isso escaparam da degradação do seu patrimônio. Algumas dessas cidades apresentam grande parte do seu patrimônio edificado comprometido pela ação implacável do tempo e das intempéries, ainda que exista um esforço por parte do IPHAN para com a proteção desses bens.

O Desenho Urbano emerge como alternativa viável e eficiente, no sentido de orientar a prática da arquitetura para a criação de lugares para as pessoas, respondendo às demandas não atendidas pelo planejamento urbano e pela arquitetura.

Essa opção, leva em consideração a morfologia urbana e as demandas sociais envolvidas na conformação do espaço, concentrando-se em “compreender as complexidades do processo de desenvolvimento urbano e em elaborar possibilidades para intervenções a nível da qualidade físico-ambiental”. A área de atuação do Desenho Urbano pode ser admitida como “o campo disciplinar que trata a dimensão físico-ambiental da cidade, enquanto conjunto de sistemas físico-espaciais e sistemas de atividades que interagem com a população através de suas vivências, percepções e ações cotidianas” (DEL RIO, 1990, p. 48, 54).

Kevin Lynch se preocupava com a dimensão físico-espacial e temporal, e os consequentes efeitos para as pessoas, individualmente, bem como no seu cotidiano, ao definir o Desenho Urbano como: “a arte de criar possibilidades para o uso, gerenciamento e forma de assentamentos ou de suas partes significantes. Ele lida com padrões no tempo e no espaço, tendo sua justificativa na experiência cotidiana humana destes padrões”(LYNCH, 1981, p.290).

Lamas (1992, p.125) defende o desenho urbano enquanto um instrumento das operações de cunho urbanístico, que se coloca a serviço da



interligação dos “elementos construídos”. O autor ressalta que “o desenho urbano não deve ser o desenho dos edifícios ou factos construídos, mas o desenho da ‘estrutura’, o desenho daquilo que une e relaciona os diferentes elementos morfológicos ou as diferentes partes da cidade”. A partir disso, podemos elencar o desenho urbano como uma das ferramentas que atuam na produção da paisagem urbana, fomentando a conexão harmoniosa entre elementos morfológicos e os anseios da sociedade.

O Desenho Urbano é um instrumento que proporciona uma reflexão apurada sobre a vida nas cidades, pois favorece o sentimento de pertencimento e exercício da cidadania ao compreender as relações entre usuários e o espaço por eles utilizado. O comprometimento com um eficiente planejamento de vias, espaços públicos e edificações, vai além da concepção morfológica da paisagem, pois viabiliza uma melhor qualidade ambiental nas cidades contemporâneas, proporcionando às pessoas o acesso a recursos básicos para uma convivência efetiva em sociedade.

Sendo assim, podemos afirmar, ainda, que os atributos do desenho urbano podem atender às demandas específicas das cidades históricas, que necessitam um olhar comprometido com o seu passado e as reivindicações da contemporaneidade, sobretudo no que se refere à preservação da memória coletiva.

O desenhista urbano tem como desafio agregar os agentes envolvidos nas decisões a respeito do espaço urbano e, num processo participativo, conduzir uma conformação espacial que propicie a melhoria da qualidade ambiental, induzindo a apropriação de áreas da cidade pelas pessoas, minimizando impactos causados por ocupações, advindas do crescimento desordenado de determinadas regiões. Essas ocupações costumam ocorrer devido a fatores como: especulação imobiliária, segregação espacial e falta de orientação acertada por parte da administração pública.

Ao se colocar a serviço do bem estar dos usuários dos espaços urbanos, as ferramentas do desenho urbano configura-se como um mecanismo de ação no processo de adequação das cidades históricas à contemporaneidade. Pensar uma cidade histórica, de modo a atender as demandas dos indivíduos, sem deixar de lado a importante missão de preservar o seu patrimônio edificado, é algo que pode ser viabilizado por um planejamento comprometido e pautado em premissas básicas de um bom desenho da cidade.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerar as relações de um grupo com o meio em que está inserido, é um fator preponderante nos processos de entendimento de ações a serem implementadas, sobretudo em cidades históricas, que guardam acervos substanciais de memórias coletivas e individuais.



Assim como as cidades contemporâneas, os sítios urbanos históricos merecem uma atenção especial acerca da compreensão do seu tecido, e dos diversos fatores que contribuíram para que se conformassem com determinadas particularidades ao longo do tempo. Com isso, a preservação e revitalização desses espaços, devem estar associadas a parâmetros que respeitem a história do lugar e as memórias dos seus habitantes, a fim de que a identidade e paisagem de tais locais sejam respeitadas.

Os registros visuais de espaços urbanos, que se perpetuam no tempo, tais como: ilustrações, mapas e fotografias, funcionam como elementos importantes na preservação da memória coletiva e de ações de intervenção nesses espaços. O acesso às características pretéritas de um lugar, possibilita a atuação com respeito ao patrimônio existente, bem como no atendimento das demandas contemporâneas.

No Brasil, são numerosos os casos de patrimônios urbanos que se apresentam em estado precário de conservação, sendo que, aqueles que puderam ser contemplados por programas de restauração, apenas um número reduzido obteve resultado satisfatório em relação às suas necessidades. Esse fato, pode ser considerado como uma característica de países que ainda empregam de forma limitada os recursos de planejamento e desenho urbano, para uma melhor compreensão do tecido da cidade histórica e a valorização do patrimônio nacional.

As ações implementadas na cidade de Cachoeira, por exemplo, objetivaram incentivar o desenvolvimento econômico, além da preservação do seu rico patrimônio. No entanto, na atualidade, percebe-se que muito ainda há que ser feito pela cidade, que tão importante lugar ocupa na história do Brasil e da Bahia. O tecido urbano carece de uma análise comprometida com o seu desenho original, bem como muitos dos seus imóveis que se encontram em processo de ruína e subutilização.

A área de conhecimento do Desenho Urbano, surge como uma das ferramentas possíveis de serem utilizadas no processo de preservação do patrimônio urbano. A justificativa residem num melhor entendimento entre o espaço urbano e seu patrimônio edificado, uma vez que os recursos possíveis se apoiam no exercício de criar espaços que contemplem as necessidades das pessoas, inserindo-se nesse arcabouço as questões pertinentes à memória dos indivíduos.

Para tanto, o desenvolvimento das ações intrínsecas ao desenho das cidades, deve gozar de uma compreensão acertada, inicialmente, por aqueles que atuam em caráter técnico, junto às transformações do espaço urbano, de modo a influenciar uma postura comprometida com a coletividade, também por parte dos usuários.



4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNETT, J. **An introduction to Urban Design**. Nova Iorque: Harper & Row Publishers, 1982.

BOSI, Ecléa. **O tempo vivo da memória: ensaios de psicologia social**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. 3. ed. São Paulo: Estação Liberdade: UNESP, 2006.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

HALBWACHS, Maurice. **A memória coletiva**. Tradução: Beatriz Sidou. São Paulo: Centauro Editora, 2003.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/ UFBA. **Evolução urbana de Cachoeira – séculos XIX e XX**. Vol. II. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, outubro de 1979.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL/ UFBA. **Programa de Desenvolvimento Integrado da cidade monumento de Cachoeira**. Seção I. Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, julho de 1976. Não paginado.

KOHLSDORF, Maria Elaine. Percepção da paisagem e planejamento da identidade. Caderno Paisagem. **Paisagens** (Rio Claro), n.3, 1998.

KOSTOF, Spiro. **The city shaped: urban patterns and meanings through history**. Londres: Thames and Hudson, 2001.

LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1992.

LANDIM, Paula da Cruz. **Desenho de paisagem urbana: as cidades do interior paulista**. São Paulo: Editora da UNESP, 2004.

LYNCH, Kevin. **A boa forma da cidade**. Lisboa. Edições 70. 1981. 448p.

MASCARENHAS, Augusto da Silveira. **O 25 de junho: papel da Cachoeira na Guerra da Independência do Brasil**. Universidade Federal da Bahia, 1979.

MEDEIROS, Valério Augusto Soares. **Urbis brasiliae ou sobre cidades do Brasil: inserindo assentamentos urbanos do país em investigações configuracionais comparativas**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/1557>. Acesso em: 05 fev. 2019.

MURTA, Stela Maris; ALBANO, Celina (orgs). **Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar**. Belo Horizonte, MG: Ed. UFMG, 2002.



PESAVENTO, Sandra Jatahy. Cidades visíveis, cidades sensíveis, cidades imaginárias. **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v.27, n.53, p. 11-23. 2007.

PESSÔA, José; PICCINATO, Giorgio. **Atlas de centros históricos do Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007.

READER, John. **Cities**. Londres: William Heinemann, 2004.

REIS, Nestor Goulart. **Imagens de vilas e cidades do Brasil Colonial**. São Paulo:Edusp, 2000.

ROSSI, Aldo. **A arquitetura da cidade** (1966). 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

TEIXEIRA, Manoel. **Imagens do arquivo virtual da cartografia urbana portuguesa**. Lisboa: Centro de Estudos de Urbanismo e Arquitectura, Instituto Superior de Ciência eTecnologia, 2000. CD-ROM.

ZANETTI, Valdir Zonta. **Planos e projetos ausentes: desafios e perspectivas da requalificação das áreas centrais de São Paulo**. 2005. 400 p. Tese (Doutorado - Área de Concentração: Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fapesb - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pelo financiamento da pesquisa relativa ao desenho urbano da cidade de Cachoeira, atrelada à participação no Programa de Pós Graduação, Stricto Senso: Desenho, Cultura e Interatividade, da Universidade Estadual de Feira de Santana.



Promovendo o engajamento de alunos no ensino de desenho técnico através do uso de realidade aumentada

Promoting the engagement of students in the teaching of technical drawing through the use of augmented reality

Yussef Parciannelo

Especialista em Informática
Docente no IFSC, São Miguel
do Oeste, Brasil
yussef.parciannelo@ifsc.edu.br

Dalton Luiz Lemos II

Doutor em Engenharia Civil
Docente no IFSC,
Florianópolis, Brasil
lemos@ifsc.edu.br

RESUMO:

O presente trabalho configura-se como um estudo de caso que explora as possibilidades e desafios que envolvem a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), em especial a Realidade Aumentada (RA), como instrumento de promoção do engajamento de alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abordando a utilização de Realidade Aumentada em sala de aula, pesquisa esta que forneceu uma série de possibilidades e desafios que envolvem a utilização desta tecnologia na prática docente. Além disso, foram também realizadas análises comparativas de diferentes ferramentas de autoria, de diferentes softwares de Desenho Assistido por Computador (ou CAD - *Computer Aided Design*) e de diferentes tecnologias de RA disponíveis na *web*, as quais subsidiaram as escolhas realizadas nesta pesquisa. Este artigo contempla também reflexões sobre as possibilidades de uso das TIC e os desafios de sua utilização ao longo da realização desta pesquisa.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Desenho técnico. Desenho assistido por Computador. Tecnologias da informação e comunicação.

ABSTRACT:

This paper is a case study that explores the possibilities and challenges that involve the use of Information and Communication Technologies (ICT), especially the Augmented Reality (AR), as an instrument to promote the engagement of students in teaching of technical drawing and computer aided design. In order to do so, a bibliographical research was conducted addressing ICT, especially the Augmented Reality, which provided basic theoretical subsidies for the development of this work. In addition, comparative analyzes of different authoring tools, different CAD (Computer Aided Design) software, different Virtual Environments of Teaching and Learning (VETL) and different AR technologies available on the web were also carried out, subsidizing the choices carried out in this research. The article also brings reflections on the possibilities of using ICT and the challenges of its use throughout the realization of this research.

Keywords: Augmented reality. Technical drawing. Computer aided design
Information and Communication Technologies.



1. INTRODUÇÃO

A popularização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem se elevado diariamente, seja pelo uso de computadores, *tablets*, *smartphones*, seja pelo crescimento da própria Internet. Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) divulgada em 2014, mais da metade dos brasileiros já estão conectados à Internet, totalizando 50,1%. Houve também o crescimento de 8,8% de domicílios com computadores pessoais, entre os anos de 2012 e 2013.

Além disso, as Tecnologias da Informação e Comunicação têm-se revelado essenciais no desenvolvimento da sociedade. Sua disponibilização em massa conduz a diversas alterações, que vão desde a forma de comunicação entre os diversos membros da sociedade, até sua influência nas atividades econômicas, e a educação não pode deixar de usufruir dos benefícios advindos dessa disponibilidade (NUNES, 2012).

1.1 O uso de TIC e o conflito de gerações

Segundo Almeida (2008), as instituições de ensino enfrentam hoje um de seus maiores desafios: a internet. Segundo o autor, as várias mudanças acarretadas pela internet fazem com que a nova geração, a de nativos digitais (alunos), entre em conflito com as gerações anteriores, as de imigrantes digitais (professores). Os nativos digitais, também conhecidos como geração Z, são aqueles que já nasceram em constante convívio com a internet e que, por esta razão, têm uma relação mais íntima com o tecnológico. Em contrapartida, os imigrantes digitais, ou seja, aqueles que nasceram e cresceram em uma época em que a tecnologia não era tão onipresente e que, por esta razão, adotaram-na apenas mais tarde, tendem a demandar um esforço maior para se apropriar daquilo que os da geração Z já se apropriaram.

1.2 A adoção de TICs na prática docente

Dispor de laboratório de informática, conexão com a internet e de profissionais qualificados atuando nos laboratórios de informática é primordial para qualquer escola. Porém, isso não implica em uma melhora no processo de ensino-aprendizagem. Amaral (2006) sinaliza que inovações tecnológicas não determinam inovações pedagógicas e melhores recursos não implicam em melhores desempenhos. Neste cenário, vê-se uma possibilidade de promover o uso de TICs nas salas de aula através da capacitação de professores. Percebe-se que melhorando os níveis de letramento digital dos professores, é possível que estes profissionais se apropriem das tecnologias digitais e então desenvolvam condições de adotá-las em suas práticas didáticas.

A busca pelo desenvolvimento do letramento digital deve ser uma preocupação e um esforço constante principalmente daqueles que atuam na



educação. Embora o caminho a ser trilhado possa ser desafiador, as possibilidades proporcionadas pela utilização de TICs são ilimitadas e enriquecedoras. Ela cria novos canais de comunicação entre a escola, o aluno e a família e auxilia na gestão do sistema educacional (BASTOS, 2010).

1.3 Tecnologias digitais aplicáveis em ambientes escolares

Um editor de textos, uma planilha eletrônica, um construtor de *slides* e um software para criação de desenhos são exemplos de Ferramentas de Autoria (FA). Existem também FA do tipo *on-line*, ou seja, que não exigem uma pré-instalação no computador. Para o educador, é importante buscar conhecer opções de FA, pois é possível produzir recursos didáticos através da utilização de tais ferramentas. A depender do tipo de Objeto de Aprendizagem (OA) que se pretende elaborar (um texto, uma planilha, um vídeo ou uma história em quadrinhos, por exemplo), um bom começo seria buscar por FA que permitam elaborar o OA do tipo desejado. Caso os computadores do laboratório de informática da escola não dispunham da FA desejada, provavelmente existirá uma alternativa *on-line*.

Além disso, temos também os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA). Os AVEA são plataformas web que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem regularizando a administração, o fornecimento de conteúdo e, desta forma, facilitando a gestão dos cursos. Dos AVEA *open source* mais populares atualmente, podemos citar o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle)*. O diagrama da Figura 1 sugere uma relação entre as Ferramentas de Autoria, os Objetos de Aprendizagem e os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem.

Figura 1 - Importantes aliados na prática docente.



Fonte: Dos autores.

1.4 Tecnologias digitais aplicáveis no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador

Softwares proprietários como Sketchup¹ e AutoCAD², assim como softwares *open source* QCAD³ e LibreCAD⁴ são exemplos de soluções aplicáveis

1 Disponível em: <<https://www.sketchup.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

2 Disponível em: <<https://www.autodesk.com/education/free-software/featured>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

3 Disponível em: <<https://qcad.org/en/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

4 Disponível em: <<http://librecad.org/cms/home.html>>. Acesso em: 11, abr. 2018.



no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador. A partir da utilização de qualquer destas ferramentas, é possível construir modelos virtuais de aparência mais próxima daquela dos objetos reais, permitindo um melhor entendimento daquilo que está sendo representado através do desenho técnico, principalmente por parte daqueles que não possuem conhecimentos técnicos na área.

Quando se trabalha com a utilização de modelos virtuais 3D na representação de objetos reais, as tecnologias de Realidade Aumentada ampliam as possibilidades. Realidade Aumentada (RA) é o termo utilizado para se referir a interfaces nas quais objetos virtuais são sobrepostos a objetos reais e vice-versa. De acordo com Kirneret *al* (2007), a RA possibilita fazer a inserção de objetos virtuais na visualização do ambiente físico. A partir da utilização de tecnologias voltadas para RA, é possível renderizar objetos virtuais dos mais variados tipos diretamente no ambiente real. Além disso, é possível interagir com os objetos virtuais através da manipulação de objetos reais. O AumentatyCreator⁵, Flaras⁶ e ARToolKit⁷, são exemplos de *softwares* disponíveis na *web* permitem trabalhar com realidade aumentada. Desta forma, com o auxílio de tecnologias hoje bastante acessíveis, é possível proporcionar uma experiência diferenciada na apresentação e discussão de um projeto arquitetônico.

1.5 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é promover o engajamento de alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador, através da construção de modelos virtuais em 3D de edificações do mundo real, renderizando tais modelos no ambiente real através da utilização de tecnologias de realidade aumentada. Para tornar viável o alcance deste objetivo, é necessário que os seguintes objetivos específicos sejam atingidos:

a) Realizar pesquisa bibliográfica sobre o emprego de realidade aumentada na educação para obter informações sobre metodologias, tecnologias utilizadas, potencialidades e oportunidades de melhoria que poderão servir de base para a presente pesquisa.

b) Identificar as tecnologias mais populares que permitam trabalhar com desenho técnico, desenho assistido por computador (2D e 3D) e realidade aumentada e, por meio de análise comparativa das opções identificadas, determinar a solução que melhor se adéque ao presente projeto;

c) Providenciar material didático multimidiático que aborde o conteúdo a ser trabalhado e disponibilizá-lo à turma através de um AVEA;

5 Disponível em: <<http://www.aumentaty.com/community/software/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

6 Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

7 Disponível em: <<https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.



d) Propor a elaboração de desenhos 2D e 3D de edificações através de uma ferramenta CAD voltada para elaboração de desenho técnico e aplicá-los a uma ferramenta de realidade aumentada.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no intuito de identificar experiências que envolvam a utilização de realidade aumentada aplicada ao ensino. Na sequência, definiram-se os softwares a serem utilizados para trabalhar com desenho técnico, desenho assistido por computador e com tecnologia de realidade aumentada. Em seguida, obtiveram-se os equipamentos tecnológicos necessários para proporcionar uma boa experiência de interação com realidade aumentada. Posteriormente, foram definidas as ferramentas de autoria a serem utilizadas para a produção dos objetos de aprendizagem. Com tais ferramentas definidas, elaboraram-se alguns materiais multimidiáticos para abordar os conteúdos a serem trabalhados. Também foram realizadas pesquisas na web visando obter objetos de aprendizagem complementares que pudessem ser utilizados na prática docente. Por fim, todos os recursos didáticos e tecnológicos providenciados foram organizados em um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA). Apesar de um AVEA permitir trabalhar com diferentes estratégias de ensino (*webquests* e sala de aula invertida, por exemplo), nesta pesquisa, buscou-se utilizar um AVEA apenas como uma plataforma web de apoio ao ensino presencial, servindo como um concentrador de material didático.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que os objetivos propostos fossem alcançados, adotou-se a metodologia previamente apresentada. A discussão e análise dos resultados obtidos na pesquisa são abordadas a seguir, dividida em quatro tópicos:

3.1 Resultados da pesquisa bibliográfica

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o emprego de TICs na educação, em especial iniciativas envolvendo a utilização de Realidade Aumentada (RA). Dentre os materiais relacionados nas referências deste trabalho, podemos citar, por exemplo, os trabalhos de Tori (2006), de Cardoso (2007) e de Kirner (2018), que trazem uma boa base introdutória sobre RA, uma série de exemplos de possíveis experimentos envolvendo a utilização de RA e também algumas possibilidades de aplicação de RA em diferentes setores. Além destes, foi encontrado o trabalho de Zorzalet al (2018), onde são exploradas as possibilidades de utilização de RA em ambientes colaborativos no contexto educacional. Também foi



encontrado o trabalho de Dainese et al (2018), que traz uma proposta de emprego de RA para promover o desenvolvimento cognitivo de crianças surdas. Forte et al (2018) buscou utilizar realidade aumentada no processo de ensino e aprendizagem de física e matemática. O trabalho de Oliveira et al (2018) traz utilizou RA no contexto dos jogos educacionais. Santin (2018) desenvolveu um livro interativo através da utilização de RA, proporcionando ao leitor uma experiência dinâmica e virtual complementar ao conteúdo impresso. Freitas (2018) abordou a utilização de RA no contexto da Arquitetura e Grilo (2018), no da construção civil. Todos estes trabalhos foram utilizados como fontes de informações sobre bibliografia, metodologias, possibilidades e desafios que envolvem a utilização de Realidade Aumentada. Foram encontrados também diversos materiais em bases web de vídeo como YouTube⁸, Vimeo⁹ e Dailymotion¹⁰, vídeos estes que serviram de inspiração para os trabalhos realizados nesta pesquisa.

3.2 Definições das ferramentas CAD e de Realidade Aumentada a serem utilizadas

Dando continuidade, realizou-se uma pesquisa *web* para identificar ferramentas CAD (Desenho Assistido por Computador, ou *Computer Aided Design*, em inglês) disponíveis no mercado. Durante esta etapa, percebeu-se que existem soluções proprietárias (soluções comercializadas por empresas e que, portanto, seu uso implica na compra de licença) e soluções *opensource* (ferramentas que não exigem aquisição de licença para utilização). Dentre as soluções proprietárias identificadas, a Autodesk (empresa proprietária do software AutoCAD) disponibiliza uma licença estudantil gratuita, com duração de três anos. Já as soluções *opensource* identificadas apresentam uma limitação: não permitem trabalhar com desenhos em 3D. Assim, chegou-se no resultado que é mostrado na Tabela 1. Com base nesta análise, optou-se por adotar o AutoCAD, cuja instalação nos computadores dos laboratórios de informática foi providenciada pela equipe da Coordenação de Tecnologias da Informação.

Tabela 1 - Soluções CAD identificadas.

Solução	2D	3D	OpenSource	Comercial	Licença p/ estudante	Roda em		
						Linux	Mac	Win
Sketchup	sim	sim	-	sim	não	-	sim	sim
AutoCAD	sim	sim	-	sim	sim	-	sim	sim
QCAD	sim	-	sim	-	-	sim	-	sim
LibreCAD	sim	-	sim	-	-	sim	-	sim

Fonte: Dos autores.

Para embasar a escolha da solução de realidade aumentada a ser utilizada neste trabalho, foi realizada uma análise semelhante à feita para

8 Disponível em: <<https://www.youtube.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

9 Disponível em: <<https://vimeo.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

10 Disponível em: <<http://www.dailymotion.com>>. Acesso em: 11, abr. 2018.



definir o software CAD a ser utilizado. Assim, foram identificadas três das opções mais populares disponíveis no mercado e verificadas algumas informações e características julgadas relevantes para o contexto desta pesquisa. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 2. Desta forma, optou-se pelo *software* AumentatyCreator por ser o único *software* ativo (não descontinuado pela empresa mantenedora) que possui interface amigável, permitindo que usuários leigos no assunto tenham condições de criar seus próprios projetos de realidade aumentada, exigindo apenas *webcam* para viabilizar a experiência de RA.

Tabela 2 - Soluções para RA identificadas.

Solução	Possui interface amigável	Ativo	Roda em		
			Linux	Mac	Win
ARToolKit	-	sim	sim	sim	sim
Flaras	sim	-	-	sim	sim
AumentatyCreator	sim	sim	sim	-	sim

Fonte: Dos autores.

3.3 Produções de materiais didáticos e disponibilização destes em um AVEA

A Tabela 3 traz uma sumarização das Ferramentas de Autoria (FA) utilizadas, o tipo de mídia produzido por cada FA e os Objetos de Aprendizagem produzidos. Além dos materiais didáticos elaborados, outros também foram obtidos na web. Alguns desenhos técnicos em 2D e em 3D foram obtidos a partir do site da Aumentaty¹¹ e outros do site 3Dwarehouse¹². Alguns tutoriais na forma de vídeo foram também obtidos em bases web de vídeos como YouTube, Vimeo e Dailymotion.

Tabela 3 - Ferramentas de autoria utilizadas e material didático produzido.

FA	OA	Mídia
LibreOffice Writer ¹³	Criação dos roteiros das atividades práticas	Textual
LibreOffice Impress ¹⁴	Criação das apresentações utilizadas em aula	Visual
Camtasia ¹⁵	Produção de vídeos sobre os softwares utilizados	Audiovisual

Fonte: Dos autores

11 Disponível em: <<http://www.aumentaty.com/community/everything/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

12 Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=pt-BR>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

13 Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/decubra/writer/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

14 Disponível em: <<https://www.libreoffice.org/discover/impress/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

15 Disponível em: <http://discover.techsmith.com/camtasia-brand-desktop/?gclid=EAIaIQobChMIxZfAycez2gIVVgeRCh119gYbEAAYASAAEgLCR_D_BwE>. Acesso em: 11, abr. 2018.



Buscando dar um dinamismo maior às aulas, utilizou-se o AVEA Moodle como um concentrador de material didático. Neste ponto, cabe ressaltar alguns desafios identificados: alguns alunos da turma não possuíam computador em casa, outros não possuíam acesso à internet em casa e muitos dependiam de transporte público para se deslocarem da casa para a escola e vice-versa. Embora a Instituição disponibilizasse laboratórios de informática, computadores e conexão a internet para a comunidade acadêmica, aqueles alunos que dependiam de transporte e que não possuíam computador pessoal e/ou não possuíam conexão com a internet em casa não conseguiam utilizar os laboratórios de informática da escola nos momentos extraclasse porque o transporte só era oferecido àqueles alunos ao término do turno letivo das suas turmas. Tais circunstâncias inviabilizaram quaisquer intenções de uso do Moodle para implementar, por exemplo, a metodologia “Sala de Aula Invertida”, frequentemente mencionada em trabalhos que abordam *Blended Learning*, pois resultaria na exclusão (ou não abrangência) de muitos alunos do processo de ensino e aprendizagem.

3.4 Desdobramentos do processo de ensino-aprendizagem realizados para viabilizar a construção dos modelos virtuais em 3D e integração destes com tecnologias de realidade aumentada

Inicialmente, buscou-se trabalhar o conteúdo de desenho técnico e desenho assistido por computador com a turma, abordando inclusive a utilização do AutoCAD e a elaboração de modelos virtuais em 2D e 3D. Todos os alunos desenvolveram as competências necessárias para elaborar não apenas plantas baixas de edificações, mas também esboços virtuais em 3D com base em plantas baixas, fachadas e cortes. Na Figura 2 é possível visualizar as produções de um dos alunos da turma.

Na parte final da disciplina, abordou-se a realidade aumentada. Naquela ocasião, foi trabalhada a utilização da ferramenta *Aumentaty Creator*, onde os alunos puderam interagir com a ferramenta e vivenciar a experiência de visualizar seus próprios modelos virtuais 3D criados via AutoCAD sendo renderizados em objetos do mundo real. Baseando-se em uma planta baixa e algumas representações de cortes e de fachadas, o grupo elaborou no software AutoCAD um modelo virtual 3D do prédio do Campus São Miguel do Oeste, do Instituto Federal de Santa Catarina. Na sequência, tal modelo foi aplicado à ferramenta de realidade aumentada. A Figura 3 mostra uma sequência de imagens através das quais é possível visualizar a movimentação do marcador (cartão impresso) e a correspondente movimentação do objeto virtual vinculado ao marcador.

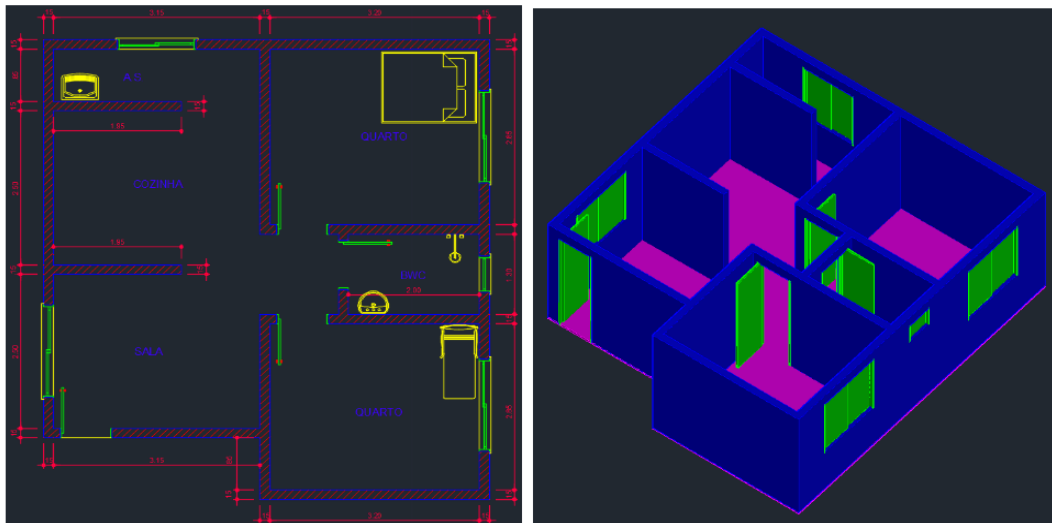
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho, percebeu-se que são várias as possibilidades de utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, em especial a de Realidade



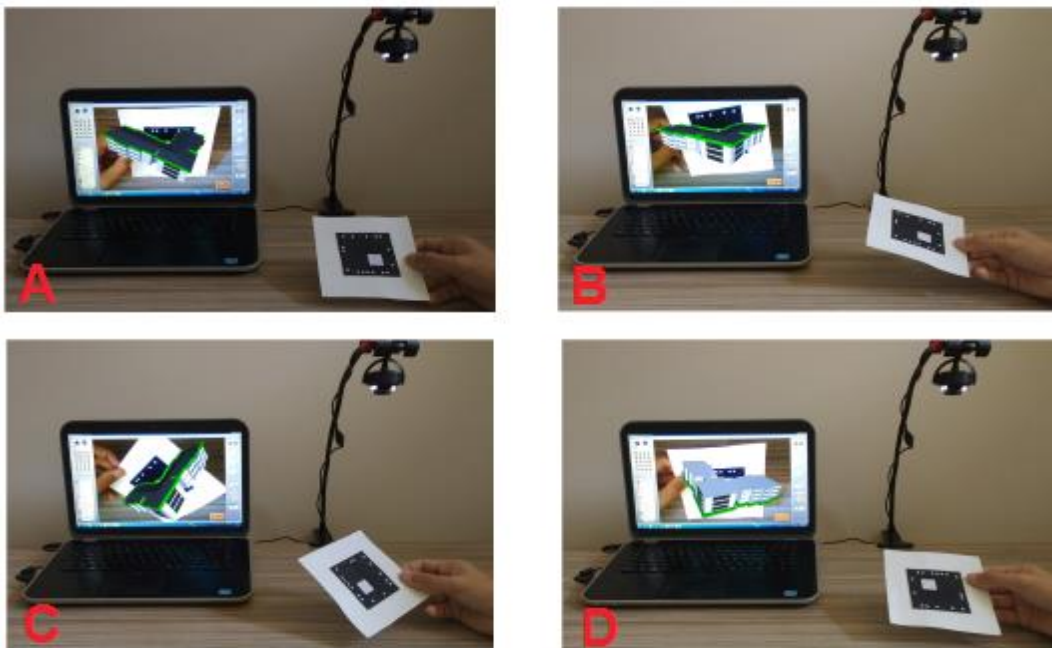
Aumentada. Observou-se também que os alunos pertencentes à geração dos Nativos Digitais têm um apreço muito interessante por aparatos tecnológicos. Comprovou-se, ainda, que a prática docente combinada com a utilização eficaz de tecnologias digitais é capaz sim de promover o engajamento dos alunos, agregando mais qualidade ao processo de ensino-aprendizagem.

Figura 2 - Exemplo de planta baixa (esq.) e modelo 3D (dir.) produzido por um dos alunos.



Fonte: Dos autores.

Figura 3 - Movimentação do objeto virtual a partir da manipulação manual do marcador (cartão impresso).



Fonte: Dos autores.



Nesta pesquisa, foram utilizadas diferentes ferramentas de autoria (FA) para o desenvolvimento de diferentes objetos de aprendizagem (OA). Tais OA foram elaborados levando em consideração os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Além dos OA elaborados, outros foram obtidos a partir da internet (principalmente em bases de vídeo). Todo o material produzido e reunido foi organizado em um AVEA e disponibilizado aos alunos na medida em que os conteúdos iam sendo abordados.

Quando se trata de desenho técnico e desenho assistido por computador, percebeu-se que existem diferentes soluções de *softwares* CAD disponíveis na internet. Algumas delas são soluções mais simples e voltadas apenas para a confecção de desenhos em 2D. Outras oferecem bem mais recursos e são voltadas para projetos tanto em 2D quanto em 3D. Em relação à realidade aumentada, verificou-se que existe também uma variedade interessante de soluções disponíveis na internet. Definidas as ferramentas CAD e de realidade aumentada, concluiu-se que o ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador apoiado em TICs é capaz sim de promover o engajamento dos alunos nas aulas. A utilização de tecnologia de realidade aumentada propicia uma maior imersão do aluno nas aulas, agregando qualidade no processo de ensino e aprendizagem.

Verificou-se que existem ainda muitos desafios que dificultam ou até impedem a adoção de técnicas de ensino híbrido (ou *blended learning*) em salas de aula (como no caso da sala de aula invertida, por exemplo). Muitos alunos não possuem computador nem *smartphone* em sua residência. Outros possuem *smartphone* e/ou computador, mas não possuem conexão com a internet em casa por limitação financeira. Outros que possuem um (ou ambos) dispositivo(s), mas não possuem internet em casa por morarem em região não coberta pelas empresas provedoras de internet da região. Apesar de o IFSC dispor de laboratórios de informática para uso dos alunos, muitos alunos dependem de transporte coletivo para se deslocar para suas casas. O horário de oferta de tais transportes impossibilitam alunos usuários destes a utilizarem os computadores dos laboratórios de informática em horários extraclasse.

Como trabalhos futuros, visualiza-se a possibilidade de utilização de Realidade Aumentada voltada para diferentes disciplinas e assuntos (explorar os sistemas do corpo humano, a constituição atômica dos objetos que nos cercam, observar as constelações, etc.). Outra possibilidade seria a elaboração de um livro impresso com realidade virtual e aumentada (um livro tradicional em que, através de uma câmera de *smartphone*, o aluno pode interagir com marcadores presentes no livro que renderizem na tela do dispositivo móvel algum recurso que complemente o conteúdo da página impressa – um objeto virtual em 3D animado ou uma videoaula, por exemplo), dando dinamismo às páginas estáticas impressas. Outra oportunidade identificada é buscar desenvolver o letramento digital de educadores através de cursos que contemplem TICs aplicáveis em salas de



aula e que instigue os participantes a visualizar possíveis formas de utilização de tais recursos em suas práticas docentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R de Q. Ensino aprendizagem em tempos de Internet. In: FÓRUM PERMANENTE DE DESAFIOS DO MAGISTÉRIO, 2008, Campinas-SP. **Anais...** Campinas-SP: UNICAMP, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/pXDTBi>>. Acesso em: 24 fev. 2018.

AMARAL, M. T. M. Práticas educativas informatizadas; integração das tecnologias na gestão escolar. In: ALMEIDA, F. J.; ALMEIDA, M. E. B. B. de. (Coords.). **Liderança, gestão e tecnologia para melhoria da educação no Brasil**. São Paulo: Microsoft, 2006.

BASTOS, M. I. O desenvolvimento de competências em TIC para a educação na formação de docentes na América Latina. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE O IMPACTO DAS TICS NA EDUCAÇÃO, 2010. Brasília. **Anais...** Brasília. Disponível em: <<https://goo.gl/TbTrZb>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

CARDOSO, A. et al. **Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade aumentada**. Disponível em: <https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaODesenvolvimentoDeSistemasDeRealidadeVirtualeAumentada_TecnologiasParaODesenvolvimento.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2018.

COSTA, P. de S.; MENDONÇA, L. de S. O uso da plataforma Moodle como apoio para o ensino presencial. **Revista eletrônica da divisão de formação do docente**. Minas Gerais, v.2, n.01, p.146-194, 2014.

DAINESE, C. A.; GARBIN, T. R.; KIRNER, C. **Sistema de realidade aumentada para desenvolvimento cognitivo da criança surda**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/svr/2003/0026.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

FORTE, C. E.; KIRNER, C. **Usando realidade aumentada no desenvolvimento de ferramenta de aprendizagem de física e matemática**. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st/62200.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

FREITAS, M. R.; RUSCHEL, R. C. **Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura**. Disponível em: <<http://www.revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4553>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

GRILO, L. **Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na arquitetura e na construção civil**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Leonardo_Grilo/publication/228522928_Possibilidades_de_aplicacao_e_limitacoes_da_realidade_virtual_na_arqu>.



itetura_e_na_Construcao_Civil/links/55b0b81c08ae32092e071ea4.pdf>.
Acesso em: 13 abr. 2018.

KIRNER, C; SANTIN, R; OLIVEIRA, F. Uso do livro interativo com realidade aumentada em aplicações educacionais. In: IV WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA (WRVA). Porto Alegre: SBC, 2007. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2007, p. 13-16.

_____. **Realidade virtual e aumentada.** Disponível em: <<http://www.realidadevirtual.com.br/cmsimple-rv/>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

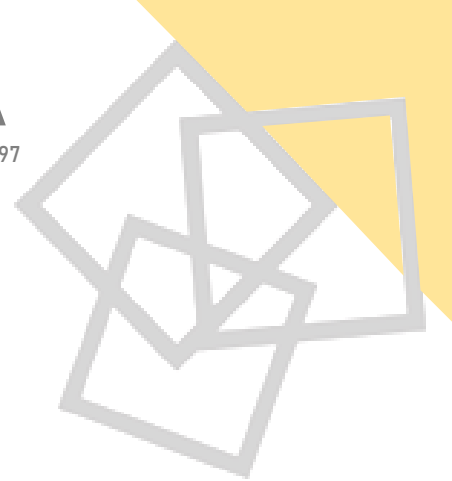
NUNES, R C. **Mídias aplicadas na educação e AVEA.** 1. ed. Florianópolis, SC: Publicações IFSC. 66 p., 2012.

OLIVEIRA, M. R. F. et al. **Aplicação de jogos educacionais utilizando realidade aumentada.** Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14575/8482>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

SANTIN, R.; OLIVEIRA, F. C.; KIRNER, C. **Uso do livro interativo com realidade aumentada em aplicações educacionais.** Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2007/0024.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. In: VII SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, 2006, Belém, PA. **Anais...** Belém, 2006.

ZORZAL, E.R.; KIRNER, C. **Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada.** Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398/384>>. Acesso em: 13 abr. 2018.



HABILIDADES PROFISSIONAIS COLABORATIVAS PARA ENGENHEIROS POR MEIO DA GEOMETRIA DESCRITIVA

COLLABORATIVE PROFESSIONAL SKILLS FOR ENGINEERS THROUGH DESCRIPTIVE GEOMETRY

**Ana Cláudia Rocha
Cavalcanti**

Dra. em Desenvolvimento
Urbano
Universidade Federal de
Pernambuco,
Departamento de
Expressão Gráfica, Recife,
Brasil
ana.rcavacanti@ufpe.br

**Vandré Ricardo Pereira
Melo**

Licenciado em Expressão
Gráfica
vandrecgi@yahoo.com.br

**Flávio Antonio Miranda
de Souza**

PhD em Planejamento
Urbano
Universidade Federal de
Pernambuco,
Departamento de
Expressão Gráfica, Recife,
Brasil
flavio.desouza@ufpe.br

RESUMO:

Os desafios profissionais contemporâneos nos campos das engenharias têm demandado novas habilidades em lidar com a forma, tanto nos meios de representação tradicionais e como nos meios digitais, dos quais, o lápis e papel e os aplicativos de auxílio ao projeto são coexistentes e complementares. A modelagem de objetos tem que ser precisa, antecipando erros para evitar desperdícios. A correção antecipada desses erros em sua fase projetual é, sem dúvida, fundamentada no conhecimento da geometria descritiva. Do ponto de vista das habilidades interpessoais, novas demandas têm sido frequentes, tais como cooperação, colaboração, interatividade, entre outras. Portanto, esse artigo discute as experiências do ensino da geometria descritiva nos cursos de engenharia civil e engenharia mecânica da Universidade Federal de Pernambuco. O estudo faz uso de metodologias ativas de ensino e aprendizagem para a aquisição de visualização espacial que estimulam a colaboração para aprender a aprender num cenário de constantes inovações. Os estudantes utilizaram ferramentas tradicionais de desenho (lápis e papel) e ferramentas digitais (AutoCAD e SketchUp) aplicadas na resolução de problemas. A inovação refere-se ao uso de metodologias ativas para a apreensão de conteúdos e habilidades colaborativas. Os estudos apresentados demonstram que os estudantes assumiram papéis ativos na aquisição do conhecimento, interagindo e colaborando com diferentes grupos de trabalho.

Palavras-chave: Metodologias ativas; geometria descritiva; engenharias.

ABSTRACT:

The contemporary challenges of professionals in the fields of engineering have demanded new skills in dealing with form, both in the traditional means of representation and in the digital media, of which the pencil and paper and tools of Computer Aided Design coexist and are complementary. Object modeling has to be accurate, anticipating errors in order to avoid reworking. The correction of errors in the design phase is undoubtedly grounded in the knowledge of descriptive geometry. From the point of view of interpersonal skills, new demands frequently have been present such as cooperation, collaboration, interactivity, among others. This article discusses teaching experiences of descriptive geometry in the courses of civil engineering and mechanical engineering at Federal University of Pernambuco. The study makes use of active methodologies through innovative tools to broaden the debate about the applications of descriptive geometry in the design of models and the active teaching and learning methodologies for the acquisition of spatial visualization that stimulate collaboration in the learning process in a scenario of constant innovation. The students used traditional drawing tools (pencil and paper) and digital tools (AutoCAD and SketchUp) applied in solving problems. The innovation refers to the use of active methodologies for the apprehension of contents and the development of collaborative skills. These studies demonstrate that students have interacted and collaborated actively with different working groups.

Keywords: Active methodologies; descriptive geometry; engineering.



1. INTRODUÇÃO

De modo geral e em nível global, as empresas têm procurado por profissionais que possuam a habilidade de trabalhar efetivamente em equipe, se adaptando à cultura do ambiente de trabalho e, que consigam transmitir ideias de forma eficiente (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Entretanto, de modo quase contraditório, os currículos tradicionais nas universidades não estão focando de forma substancial o desenvolvimento dessas competências. Apesar disso, diferentes experiências de ensino vêm ocorrendo em adaptação às recentes inovações, tentando responder às crescentes demandas profissionais advindas em grande parte das transformações de produção de bens e de consumo, assim como das formas de organização da sociedade, dos meios de comunicação digital, das formas de ensinar e aprender, entre outras.

Um número crescente de experiências didático-pedagógicas pode ser observado por meio de estratégias que utilizam os princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) no ensino universitário em diferentes países (CHANDRASEKARAN et al, 2012), incluindo o Brasil (GIANNOTTI et al, 2008). O PBL lida com o enfrentamento direto à aprendizagem baseada em problemas (RIBEIRO, 2008). Também pode ser considerado um ambiente de aprendizado onde o problema motiva os alunos a aprender. PBL consiste numa abordagem de ensino colaborativa, construtivista e contextualizada que utiliza problemas na vida real para motivar a construção do conhecimento (BARROWS, 1996), influenciada por fatores contextualizados que dependem da interação entre os alunos que interagem de forma ativa na busca de resoluções dos projetos.

A abordagem do PBL é delineada nos princípios derivados da psicologia cognitiva, caracterizada como uma forma de aprendizagem e instrução colaborativa, construtivista e contextual (MAMEDE, 2001), estando relacionada com a teoria construtivista da aprendizagem (LEVIN, 2001).

Por sua vez, o construtivismo, no campo da educação, ressalta que o indivíduo transforma as informações do mundo em sua mente por meio da manipulação das informações que lhes são apresentadas, com os propósitos de que cada estudante possa construir seu conhecimento. Para tanto, diversos experimentos têm sido feitos no sentido de mostrar como ocorrem os desenvolvimentos cognitivos dos indivíduos, ressaltando a participação do sujeito na formação do conhecimento (CARVALHO et al, 2017). Portanto, a relação entre o objeto real e a sua representação apresenta características de esquemas de transformações produzidas pelos próprios estudantes, que rompem com a relação da apreensão dos conhecimentos na relação do ensino e da aprendizagem, sendo necessário, portanto, que os professores desenvolvam estratégias que possibilitem facilitar a articulação e o acionamento dos esquemas de enfrentamento dos problemas elaborados pelos estudantes.



No processo de ensino e aprendizagem há uma prática social complexa entre alunos e professores que engloba tanto a ação de ensinar como de aprender (PIMENTA e ANASTASIOU, 2002). Tal processo não se resume ao momento de sala de aula (LIBÂNEO, 1990), ou seja, inclui o planejamento, as ações participativas dos sujeitos (alunos e professores) propriamente ditas em sala, os acompanhamentos e as avaliações.

Diversas enquetes foram realizadas ao longo dos semestres entre 2016 e 2018 com o propósito de diagnosticar a situação dos estudantes quanto aos processos de ensino e aprendizagem. Logo no primeiro dia de aula, aplica-se um teste de visualização espacial baseado em Montenegro (2003). Observa-se que os alunos apresentam um bom nível de visualização de sólidos geométricos. Busca-se acompanhar as dinâmicas dos processos de ensino-aprendizagem, envolvendo atividades complexas, construção de significados e interações entre concepções, conceitos e contextos de aprendizagem (MARTÍNES, 2008). A participação do estudante como agente proativo no processo de ensino-aprendizagem se faz cada vez mais necessária, principalmente diante do cenário de novas tecnologias e ferramentas que nos permitem acessar cada vez mais informações de maneira rápida e eficiente. Diante disso, exige-se, mas nem sempre com êxito, uma maior participação dos estudantes em sala de aula, interagindo e trocando experiências que, por sua vez, influência e repercute diretamente no processo de ensino e aprendizagem (CAVALCANTI et al, 2015; 2016).

Estratégias inovadoras quanto ao uso de recursos didáticos tem ampliado os canais de diálogos entre professores e alunos, tais como, uso de ferramentas computacionais gráficas, disponibilização prévia de literatura específica para os alunos, além de ambientes de ensino colaborativos, entre outras coisas, tem estimulado professores e estudantes a saírem de suas zonas de conforto, tornando os ambientes de sala de aula mais realistas quanto aos desafios a serem enfrentados em suas vidas fora da sala de aula, proporcionando situações didáticas frente a sujeitos mais inquietos e pensantes. Dessa forma, foi selecionado como recurso didático a utilização e produção de modelos físicos e digitais para o ensino de geometria descritiva aplicados à engenharia civil e engenharia mecânica, levando em consideração os diferentes perfis de cada curso, dos estudantes e as habilidades demandadas por cada curso (CAVALCANTI et al, 2018).

Por meio de modelos didáticos busca-se reproduzir a realidade de forma esquematizada e concreta, facilitando a compreensão do estudante, uma vez que possibilita a visualização e manipulação de formas geométricas, ao mesmo tempo em que aumenta o interesse dos estudantes para a experimentação de conteúdos relacionando teoria e prática. O uso de modelos proporciona uma maior apreensão para a aprendizagem já que atuam como método ativo de aprendizagem capaz de envolver todos os participantes ao mesmo tempo na mesma tarefa. Os modelos ainda podem ser baratos e de execução relativamente rápida, possibilitando que cada



aluno produza seu próprio modelo, desenvolva habilidades, competências e atitudes (CAVALCANTI e SILVA, 2008).

Em relação ao uso de elementos visuais, Prendes Espinosa (1996) conclui que eles têm um enorme potencial para transmitir diferentes conceitos, muitas vezes de forma mais clara do que por meio do uso da linguagem natural, ou seja, por meio de palavras.

Portanto, este trabalho investiga como e em que circunstâncias, o uso de elementos visuais físicos (modelos tridimensionais físicos e digitais) possibilita a aprendizagem ativa por parte dos estudantes por meio da experimentação dos conteúdos de forma a refletir sobre a teoria e a prática da aplicação da geometria descritiva em objetos manipuláveis, como na construção de sólidos geométricos, telhados e superfícies topográficas. Espera-se determinar como e por que os modelos facilitam a adequação de significados ao processo de aprendizagem.

2. GEOMETRIA DESCRITIVA E NOVAS FERRAMENTAS.

A Geometria Descritiva é um método de estudo de objetos em três dimensões representados no plano que é bidimensional, desafiando a capacidade intelectual dos estudantes na visualização espacial. Portanto, um aspecto fundamental nesse trabalho consiste na investigação de alternativas didáticas que visem ampliar a capacidade de visualização espacial por parte dos alunos de engenharia mecânica e civil, por meio de conteúdos conceituais e procedimentais trabalhados na disciplina de geometria descritiva.

A capacidade de visualização espacial e as habilidades de rotação mental de objetos são essencialmente importantes para profissionais que se dedicam às engenharias (STACHEL, 2005; SEABRA e SANTOS, 2007; CAVALCANTI et al, 2016). E, por meio do desenvolvimento de habilidades de visualização espacial os profissionais de engenharias podem interagir melhor e aproveitar interfaces computacionais que influenciam na capacidade de aprender de forma eficaz a usar programas do tipo *Computer Aided Design* (CAD).

A visualização espacial envolve a habilidade de imaginar e, mentalmente transformar informações espaciais (UTALL et al, 2013; SEABRA e SANTOS, 2007), sendo influenciada por treinamento. Esse estudo adota uma visão exploratória para ampliar capacidades e habilidades por meio de estratégias que estimulem o envolvimento dos alunos de forma inovativa, participante e colaborativa como o PBL. O PBL foi utilizado na tentativa de favorecer um ambiente onde as interações entre os alunos ajudem a estimular e aguçar as habilidades de visualização espacial dos alunos de engenharia civil e de engenharia mecânica.

A amostra desse estudo consiste de três turmas de Geometria Descritiva, sendo duas do curso de engenharia civil e uma do curso de engenharia mecânica, durante o segundo semestre de 2017. O número total



de alunos matriculados nas turmas é de 80 alunos. A metodologia adotada foi de observação participante em sala de aula, comparando meios tradicionais de ensino da geometria descritiva e projetos de resolução de problemas de geometria descritiva.

Em estudo recente sobre novas experiências de trabalhos que demandam ações colaborativas na aplicação de conteúdos programáticos da geometria descritiva, Cavalcanti et al (2015) concluem indicando que houve um crescente envolvimento nas atividades de resolução de problemas por parte dos estudantes nas atividades de classe, e ainda demandando atitudes colaborativas, mesmo nas atividades didáticas utilizando técnicas tradicionais de fabricação de modelos físicos assim como na modelagem digital dos modelos.

Além disso, diante de desafios que demandaram ações mais ativas de participação para a resolução de problemas, os alunos necessitaram buscar mais informações sobre os projetos nos quais estavam envolvidos e se organizarem individualmente, como também necessitaram coordenar, em grupo, as atividades de cada um deles, as atividades realizadas em pares, em grupos, etc. (CAVALCANTI et al, 2016). Para tanto, os estudantes tomaram consciência do que estavam descobrindo ao realizarem as atividades, e principalmente, tornaram-se protagonistas de suas escolhas e decisões ao resolverem os problemas. A aplicação dos conteúdos programáticos da geometria descritiva em problemas resolvidos por meio de construção/manipulação de sólidos geométricos e modelos auxiliaram positivamente na apreensão desses conteúdos. Esse trabalho dá continuidade a tais experimentos, aprofundando questões sobre alternativas de como estimular os alunos para a apreensão dos conteúdos da geometria descritiva e melhorar suas habilidades espaciais visuais, uma vez que tais habilidades melhoram significativamente na aprendizagem nos campos das ciências, tecnologias, engenharia e matemática (UTTAL et al, 2013).

O ensino de geometria descritiva nas engenharias tem passado por um processo de adaptação voltado a acompanhar os desafios profissionais contemporâneos, ao mesmo tempo em que novas ferramentas computacionais facilitam a interação dos usuários a programas e periféricos que auxiliam na fabricação e manipulação de sólidos e modelos (digitais e físicos), tais como cortadoras lasers, impressoras 3D, etc. Além disso, cada vez mais se demanda dos profissionais nas diferentes áreas atitudes proativas, colaborativas e flexíveis.

3. O PBL E A GEOMETRIA DESCRITIVA

Neste trabalho destacamos o papel de abordagens teórico-metodológicas conhecidas por ferramentas ligadas ao PBL, amplamente utilizada na escola construtivista que pode também ser empregada no ensino superior universitário como forma de apontar novos rumos para o ensino da geometria descritiva. Num estudo sistemático da aplicação de ferramentas de



aprendizagem baseadas em PBL para o ensino de projetos para alunos de engenharia civil na Irlanda, Gavin (2011) concluiu que os alunos puderam vivenciar experiências que estimularam habilidades para: resolução de problemas, proposição com inovação, desenvolver trabalhos em grupos e apresentação oral de suas propostas. Segundo de Bono (1992), o ambiente colaborativo demandando soluções criativas tem sido resultado do aumento do ambiente competitivo promovido pela globalização da economia e pela internacionalização do ambiente corporativo.

Assim sendo, estratégias pedagógicas que desenvolvam essas habilidades durante o ensino da graduação podem auxiliar na inserção do mercado de trabalho cada vez mais competitivo. As qualidades de adaptabilidade e flexibilidade em enfrentar problemas do dia a dia têm sido valoradas cada vez mais no ambiente corporativo.

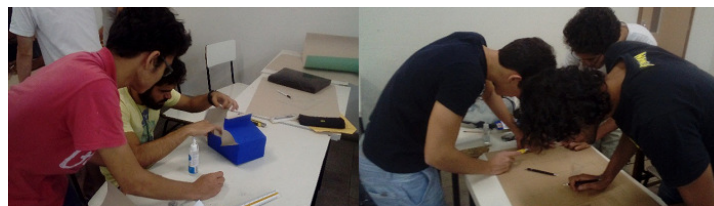
Daí, a preocupação em propor situações de trabalhos colaborativos e inovativos que estimulem os alunos a aprenderem a aprender, como estratégia de enfrentamento dos problemas têm sido tão valoradas nestas experiências pedagógicas. Atribui-se à experiência do PBL como ferramenta inovadora no ensino de graduação no curso de medicina no Canadá como sendo o início dessas experiências no ensino superior (BARROWS, 2000).

Uma das questões primordiais quanto ao uso de PBL seria o papel ativo por parte dos estudantes na construção do conhecimento em grupos colaborativos (HMELO-SILVER, 2004), além de ser fundamental na mudança de papel entre os docentes e entre os docentes e estudantes. Inúmeras experiências nos diversos setores têm sido experimentadas, como o caso do ensino da engenharia na Irlanda (GAVIN, 2011). No Brasil há outras experiências do uso de PBL nas escolas de engenharia, além de em outros cursos, relatadas por SEABRA; SANTOS (2007), CAVALCANTI et al (2016), entre outros. Esse estudo amplia o debate e indica novas alternativas ao processo de ensino-aprendizagem da geometria descritiva.

3.1 Aplicando geometria descritiva na engenharia mecânica

Nos trabalhos desenvolvidos com a turma de engenharia mecânica, (Figuras 1, 2 e 3), as atividades foram desenvolvidas em grupos de 3 a 4 estudantes, atendendo aos princípios colaborativos aplicados para a resolução de problemas. Os projetos foram desenhados para aplicar os conhecimentos de geometria descritiva e, ao mesmo tempo, proporcionar ambientes de discussão e de resolução de problemas.

Figura 1 – Resolução de problemas de forma colaborativa com estudantes de engenharia mecânica.



Fonte: Os autores.



Nesses trabalhos os estudantes são desafiados a compreenderem antecipadamente formas tridimensionais a partir de conhecimento básico da geometria tridimensional e devido à exposição de exercícios de resolução de problemas de forma tradicional. Aos poucos, os estudantes se deparam com novas situações problemas que demandam um aprofundamento do conhecimento aplicado da geometria descritiva, como por exemplo, interseção de planos, determinação de verdadeira grandeza de seção plana, entre outras situações problemas (Figuras 1 e 2).

Figura 2 – Aplicando os conteúdos em problemas para estudantes de engenharia mecânica.



Fonte: Os autores.

Na Figura 3, os problemas foram incrementados por meio de sólidos mais complexos e que se assemelham a peças mecânicas para atenderem a demandas específicas de engenharia mecânica, demandando mais atenção e participação dos estudantes para a resolução dos mesmos. As situações problemas exigiram dos estudantes aplicarem os conteúdos de forma a estimular a criatividade e estabelecer estratégias para resoluções de problemas aplicadas aos sólidos complexos, como modelos reduzidos de automóveis, etc.

Nessas experiências de ensino-aprendizagem da geometria descritiva foram consideradas as inovações que ocorrem e perpassam os conteúdos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais.

Figura 3 – Aplicação de resolução de problemas e modelos tridimensionais.



Fonte: Os autores.

Essas experiências utilizando metodologias ativas para o desenvolvimento de habilidades para a visualização espacial demonstram ser bastante significativas ao auxiliarem os alunos a aprender a aprender, num cenário de constantes transformações.



3.2 Geometria descritiva aplicada na engenharia civil

Em consonância com o estudo realizado com a turma de engenharia mecânica, os projetos realizados com os alunos de engenharia civil foram voltados para aplicar os conhecimentos da geometria descritiva nas suas áreas de atuação. Os estudantes foram demandados a resolverem os problemas de forma colaborativa.

A Figura 4 mostra o resultado diversificado na solução apresentada para soluções de problemas com interseção de planos. A aplicação dos conteúdos demandou principalmente colaboração entre os membros dos grupos, definição de estratégias de resolução de problemas e criatividade por meio da exploração de materiais, cores, texturas, volumes. Elementos que não são medidos apenas com o produto, mas por meio do acompanhamento sucessivo dos processos.

Figura 4– Resolução de problemas aplicados à engenharia civil.

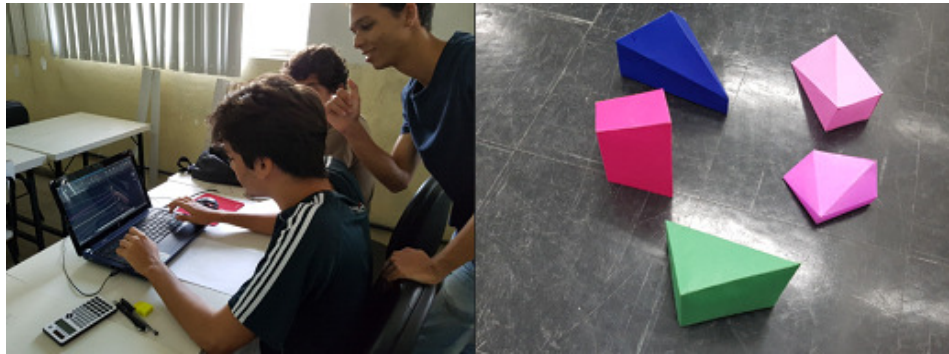


Fonte: Os autores.

A interação entre as mídias tradicionais e digitais (Figura 5) contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial na medida em que os estudantes comparavam e contrastavam os modelos nas duas mídias. Ao mesmo tempo, as atividades desenvolvidas em equipes demandaram dos seus membros a divisão de atividades e, em alguns casos, ocorrendo em erros na resolução de problemas. Ao errarem foi possível corrigir no meio digital de forma mais rápida do que no meio tradicional e, com isso os alunos aprenderam com o erro, seguido de novas alternativas.



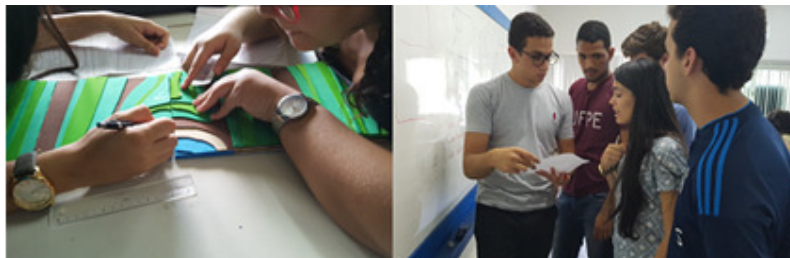
Figura 5– Produção de modelos tridimensionais digitais e físicos com estudantes de engenharia civil.



Fonte: Os autores.

No caso de trabalhos com modelos físicos para a resolução de superfícies topográficas (Figura 6), uma grande gleba foi dividida em 14 partes colindantes. Cada parte da superfície total se interligava com outras duas ou três áreas vizinhas. Portanto, as equipes tiveram que trabalhar em conjunto para definir estratégias colaborativas, visando a determinação de um greide para uma estrada de acesso principal que cortava toda a superfície. Nessas atividades inúmeras vezes, diferentes estudantes atuaram de forma a liderar a solução dos problemas.

Figura 6– Aplicação dos conteúdos para estudantes de engenharia civil: Situação problema, colaboratividade e liderança.



Fonte: Os autores.

Observa-se que durante as atividades em grupo há necessidade de coordenação e distribuição interna de atividades para aperfeiçoar os processos de realização dos projetos que envolvem muitos procedimentos e que podem comprometer o aprendizado.

Do ponto de vista da compreensão dos conteúdos programáticos de geometria descritiva e da utilização e domínio de ferramentas digitais em trabalhos em grupo, aponta-se para o engajamento necessário de todos os membros das equipes visando minimizar as dificuldades individuais em lidar com as ferramentas digitais e manipulação de modelos físicos (Figura 7). Para tanto, é de extrema importância o domínio dos conteúdos de geometria descritiva individualmente, que poderá colaborar na resolução digital dos problemas.

Ao observarmos o caso em estudo, se por um lado os estudantes se apropriaram de forma autônoma das estratégias de resolução de problemas



diante das incertezas, por outro lado, ao lidar com incertezas na realização de uma atividade que tem caráter avaliativo, os estudantes se sentiram inseguros, e por vezes, desmotivados e resistentes. Entretanto, observações em sala de aula nos levam a perceber que os entraves foram gradativamente superados por meio de contínua tentativa de resolver os projetos.

Para os alunos, há necessidade de coordenação e distribuição interna de atividades para aperfeiçoar os processos de realização dos projetos que envolvem muitos procedimentos e que podem comprometer o aprendizado.

Figura 7– Colaboração, coordenação de atividades para solução de problemas.



Fonte: Os autores.

Nem sempre os alunos apresentam iniciativa própria de forma persistente. Improvisações motivacionais se fazem necessárias durante as interações entre alunos e professores, tais como mostrar exemplos de trabalhos de profissionais que resolveram, de forma criativa e inovativa, exemplos de projetos semelhantes ao trabalhado em sala, quando possível. Ou até mesmo mostrar e comentar os trabalhos dos colegas e questionar sobre os problemas enfrentados nesses trabalhos.

4. CONCLUSÕES

A experiência aqui relatada fez uso de ferramentas tradicionais de trabalho e de representação gráfica além de ferramentas digitais. As ferramentas digitais estimularam os alunos a trabalharem de forma colaborativa e serviram para auxiliar na visualização espacial. Além disso, o uso de ferramentas computacionais demonstrou ser excelente para auxiliar no aumento do potencial de visualização espacial, porém, não devem ser substitutivas das capacidades mentais utilizadas para resolução de problemas que demandam raciocínio espacial por meio da geometria gráfica. O uso de ferramentas computacionais pode, entretanto, auxiliar na otimização do potencial exploratório de resolução de problemas gráficos, principalmente nas etapas de aprimoramento de modelos tridimensionais.

Entretanto, a inovação abordada na disciplina foi relativa ao uso de metodologias colaborativas (PBL).



Mesmo quando os estudantes apresentaram altos índices de sucesso na resolução de problemas gráficos, as abstrações exigidas para o uso de resolução de problemas por meio da geometria clássica serviu para desafiar os conhecimentos e a antecipação de resultados em resolução gráfica por meio do uso de ferramentas tradicionais, além do esperado, atuando como estratégia de desenvolver a visão espacial dos estudantes de forma bastante satisfatória.

A produção de modelos físicos auxiliou na visualização de conteúdos abstratos por meio da constante comparação entre as noções de ponto, reta e plano com os objetos concretos, assim como, por meio da manipulação de sólidos preexistentes, os conteúdos foram adquiridos. As relações interpessoais parecem ter sido estreitadas e atitudes de liderança foram revezadas entre os componentes das equipes. Por vezes, as atividades foram realizadas individualizadas, mas coordenadas. Por vezes, as discussões ocorriam entre os membros das equipes, e até mesmo entre equipes, pela curiosidade em ver os outros trabalhos.

O processo de conscientização da aprendizagem não é linear, assim como o da própria aprendizagem, nem é linear a tomada do protagonismo. Enfatizamos ser primordial a consciência de que os alunos aprendem fazendo, sendo fundamental aprender a identificar os diferentes conteúdos adquiridos ao longo do processo de aprendizado e a tomada de consciência das descobertas ao realizarem as atividades, e principalmente, a consciência que os estudantes tornam-se protagonistas de suas escolhas e decisões ao resolverem os problemas.

Os erros ocorridos ao longo do processo de resolução de problemas são fundamentais para a aprendizagem dos conteúdos programáticos e de novas atitudes perante situações de frustração. Os estudantes deixam de ser receptáculos passivos do conhecimento transferido pelo ensino tradicional. Cada vez mais as dúvidas eram compartilhadas e o aprendizado era adquirido de forma colaborativa. Ao mesmo tempo, os professores assumiram posições proativas no processo e colaboram com os estudantes ao estimularem novas formas de aquisição do conhecimento.

Por fim, esse trabalho conclui que as metodologias ativas aqui utilizadas contribuirão para servir como base para as atuações profissionais dos futuros engenheiros. Conclui ainda que os docentes serviram como facilitadores do processo de resolução de problemas, interagindo de forma mais proativa no contexto de metodologias ativas.

5. REFERÊNCIAS

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (Eds.). **Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice**. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, p. 3-12.



BARROWS, H. S. **Problem-based learning applied to medical education**. Springfield, IL: Southern Illinois University Press, 2000.

BONO, E. **Serious creativity**: using the power of lateral thinking to create new ideas. London, Harper Collins. 1992.

CARVALHO, GISELE L. de et al. The Integration of Graphic Disciplines in Civil Engineering Courses through Computer Graphics. **Journal of Mechanics Engineering and Automation**. v. 7, p. 94-100, 2017.

CAVALCANTI, A. C. R.; De SOUZA, F. A. M.; CARVALHO, G. L. Processos colaborativos na aprendizagem da geometria descritiva para o curso de engenharia civil. In: XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2015, Mauá. **Anais...** Mauá-RJ, 2015.

CAVALCANTI, A. C. R. et al. Habilidade espacial e colaborativa dos estudantes de engenharia civil: adaptando PBL para o ensino-aprendizagem de geometria descritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44., 2016, Natal. **Anais...** Natal-RN, 2016.

CAVALCANTI, A. C. R.; MELO, V. R. P.; De SOUZA, F. A. M. Contribuição da geometria descritiva para uma educação inovadora nas engenharias mecânica e civil. In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 46., 2018, Salvador. **Anais...** Salvador, 2018.

CAVALCANTI, Danuza; SILVA, Aparecida. Modelos didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2008.

CHANDRASEKARAN, S. et al. Learning through projects in engineering education. In: SOCIÉTÉ EUROPÉENNE POUR LA FORMATION DES INGÉNIEURS ANNUAL CONFERENCE, 40., 2012, Thessaloniki. **Anais...** Thessaloniki: SEFI, 2012.

EUROPEAN COMMISSION. **European classification of skills/competences, qualifications and occupations**. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2013.

GAVIN, K. Case study of a project-based learning course in civil. **European Journal of Engineering Education**, No. 36, Vol. 6, p. 547-558. 2011.

GIANNOTTI, M. et al. Proposta de aplicação do PBL nos cursos de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 36., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABENGE, 2008.

HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-Based Learning: what and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v.16, n.3, 2004, p. 235-266.

LEVIN, B. **Energizing teacher education and professional development with problem-based learning**. United States: ASCD, 2001.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1990.



MAMEDE, S. Aprendizagem baseada em problemas: características, processos e racionalidade. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas**: anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 25-48.

MATÍNEZ, A. M. A criatividade como princípio funcional da aula: limites e possibilidades. In: VEIGA, I. P.A. (Org.) **Aula**: gênese, dimensões, princípios e práticas. Campinas: Papicus, 2008. p. 115-143.

MONTENEGRO, G. **Habilidades espaciais**: exercícios para o despertar de ideias. Santa Maria: sCHDs, 2003.

NORMAN, K. L. Spatial visualization: a gateway to computer-based technology. **Journal of Special Educational Technology**, v. XII, n. 3, 1994, p. 195-206.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. D. G. C. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002.

PRENDES ESPINOSA, Maria Paz. Análisis de imágenes en textos escolares. Pixel-Bit. **Revista de Medios y Educación**, 1996, n. 6, p. 15-39.

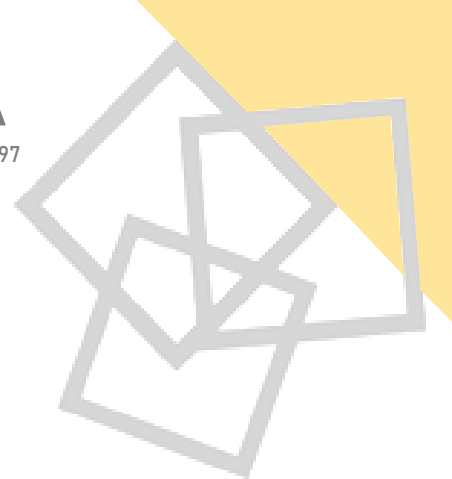
SEABRA, Rodrigo; SANTOS, Eduardo. Avaliando a aptidão espacial de estudantes em um curso de geometria gráfica. In: VII INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS ENGINEERING FOR ARTS AND DESIGN, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2007.

STACHEL, Hellmuth., Descriptive Geometry in today's engineering curriculum. **Transactions of FAMENA** Vol. 29 N. 2 , 2005, pp. 35-44.

UTTAL, D. et al. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. **Psychological Bulletin**, 2013, v. 139, n. 2, p. 352-402.

AGRADECIMENTOS

Somos muito gratos aos estudantes pela confiança, colaboração e cumplicidade nas experiências compartilhadas nas salas de aula.



De Geometria e Geometrizando: Caminhos para a Criatividade

Of Geometry and Geometrizing: Pathways to Creativity

Neusa Cavalcante

Doutora em Arquitetura e Urbanismo
Professora Adjunta I,
Departamento de Projeto,
Expressão e Representação,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília
neusa.cavalcante2@gmail.com

Maria Cláudia Candeia

PhD em Arquitetura e Urbanismo
Professora Adjunta I,
Departamento de Projeto,
Expressão e Representação,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília
mariaclaudiacandeia@gmail.com

Eliel Américo Santana da Silva

Doutor em Urbanismo
Professor Adjunto I,
Departamento de Projeto,
Expressão e Representação,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília
americoeliel@gmail.com

RESUMO

O artigo apresenta um apanhado de experiências de ensino e descreve os princípios e métodos adotados na disciplina de Geometria Construtiva da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB). Por meio do estudo de modelos e padrões geométricos, a disciplina foi criada com o objetivo de exercitar o raciocínio espacial e desenvolver a capacidade de abstração, propondo situações aplicáveis à arte e à arquitetura. Considerando as dificuldades no ensino de composição plástica nos cursos de arquitetura do país, o artigo tem como objetivo apresentar um método que, servindo de aporte às disciplinas de projeto e representação, possa contribuir para o debate em torno de melhorias curriculares. São apresentados as etapas de elaboração dos trabalhos, os resultados, as vivências e as respostas às estratégias pedagógicas adotadas. O método desenvolve-se mediante uma série de exercícios conceituais e práticos apoiados em aulas expositivas que servem de motivação e suporte para cada um dos temas.

Palavras-chave: geometria; geometria construtiva; educação artística; criatividade.

ABSTRACT

The essay gives an overview of teaching experiences and describes principles and methods adopted in the Constructive Geometry, course of the Faculty of Architecture and Urbanism of the Universidade de Brasília (UnB). Through the study of models and geometric patterns, the course was created with the goal of practicing spatial reasoning and developing capacity of abstraction, proposing scenarios applicable to art and architecture. Considering the difficulties in plastic composition education in architecture courses of the country, this essay aims to present a method that can support representation and studio design courses contributing to curriculum improvement debate. It is presented the essential steps of elaboration process, results, experiences and the responses to the teaching strategies. The method unfolds in a series of conceptual and practical exercises in combination with expository lessons that serve as motivation and support for each theme.

Keywords: geometry; constructive geometry; art education; creativity.



1. OS PREÂMBULOS

O atual momento histórico, definido por Zygmunt Bauman (2001) como “modernidade líquida”, em que o tempo se sobrepõe ao espaço, fazendo com que nos movimentemos sem sair do lugar e vivamos rodeados de sinais confusos propensos a mudar com rapidez e de forma imprevisível, coloca para nós, professores, a necessidade de uma profunda reflexão sobre nossas práticas pedagógicas. Trata-se de desenvolver metodologias de ensino capazes de dar respostas para as novas demandas da sociedade que se desenvolve em um cenário de imprevisibilidade.

Parece-nos que a palavra-chave capaz de promover melhor inserção profissional no novo arranjo social e econômico é criatividade. Mas como criar metodologias de ensino voltadas para os novos desafios impostos pela globalização? Mais ainda, como fazer virem à tona as emoções dos jovens alunos, como motivá-los para a aquisição de conhecimentos e, principalmente, como estimulá-los a serem mais criativos?

Ao invés de concentrar esforços na disseminação de informações, muitas vezes isoladas e desconexas, outras vezes contaminadas por uma lógica do passado que não faz sentido para os jovens alunos e não deixa claro seu verdadeiro significado teórico e sua importância para a futura prática profissional, melhor seria tentar desenvolver estratégias capazes de estimular a criatividade. Em lugar de treinados para ser personagens de cenários já desenhados, os estudantes devem ser estimulados a antecipá-los, recriá-los. Mais do que aprender a seguir dogmas, eles devem se sentir libertos para sonhar e criar.

O principal objetivo da educação artística talvez não resida diretamente nos princípios da produção da arte, mas na emancipação e abertura da personalidade do aluno, de seu autoconhecimento e de sua autoimagem em relação às tradições incrivelmente ricas da arte e do mundo em que vivemos. (PALLASMAA, 2013, p. 22).

Após um longo período à frente da disciplina Geometria Construtiva, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU-UnB), pretendemos, com este artigo, explicitar nossas experiências de ensino, e, sobretudo, descrever os princípios e métodos que têm sido adotados ao longo dessa trajetória.

Pode-se definir a Geometria Construtiva, ou simplesmente GC, como é chamada pelos alunos, como um processo pedagógico experimental, fruto do resgate de experiências realizadas, na década de 1960, por Athos Bulcão e, na década de 1990, por Jayme Golubov na Universidade de Brasília (UnB). Obrigatória para os alunos recém-ingressos no curso de Arquitetura e Urbanismo e aberta a todos os estudantes da UnB, a disciplina, que se desenvolve por meio de exercícios apoiados em aulas conceituais e de repertório sobre a arte abstrata, tem como objetivos desenvolver a acuidade tátil-visual; exercitar o raciocínio espacial; desenvolver a capacidade de abstração; promover a manipulação e a construção das formas geométricas.



Muito embora possa parecer pretensioso, tencionamos ainda que o próprio fazer experimental possa tocar a dimensão emocional dos jovens, estimulando o amor pelas artes e a arquitetura e, sobretudo, abrindo possibilidades para que se tornem espíritos criativos.

2. OS PRINCÍPIOS

2.1. O olho no olho

Apesar de o número de vagas no ensino superior brasileiro público e privado ter aumentado significativamente nos últimos anos¹, trazendo como consequência uma relação professor-aluno bastante discrepante, é importante, sobretudo nas disciplinas práticas, que sejam valorizadas as oportunidades de garantir a identidade dos alunos. Nos cursos de artes, é fundamental manter uma relação de proximidade entre os professores e os alunos, e seus respectivos contextos sociais. Apesar de demandar maior esforço docente, a orientação individual, a relação olho no olho, deve ser preservada nos ateliês de artes e arquitetura. Nesse sentido, nas turmas de Geometria Construtiva, por vezes com mais de 50 alunos e apenas uma aula semanal de 4 horas, as poucas e concisas aulas teóricas coletivas são distribuídas ao longo do semestre, garantindo-se, nas aulas práticas de ateliê, um atendimento individualizado.

Figura 1: registro de atendimento em sala de aula.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Constantemente impactada por grande quantidade de informações e imagens, a nova geração tende, em geral, a apresentar baixa capacidade de concentração. Assim, as aulas expositivas acontecem sempre após o início do trabalho criativo, pois, como se vem observando, o aproveitamento é tanto maior quanto mais os alunos estiverem conscientes dos problemas e envolvidos na busca de suas soluções.

¹ Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), o número total de matrículas no ensino superior brasileiro cresceu de 81% entre 2003 e 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2013/10/numero-de-matriculas-no-ensino-superior-cresce-81-em-dez-anos.html>. Acesso em: 01. fev. 2019.



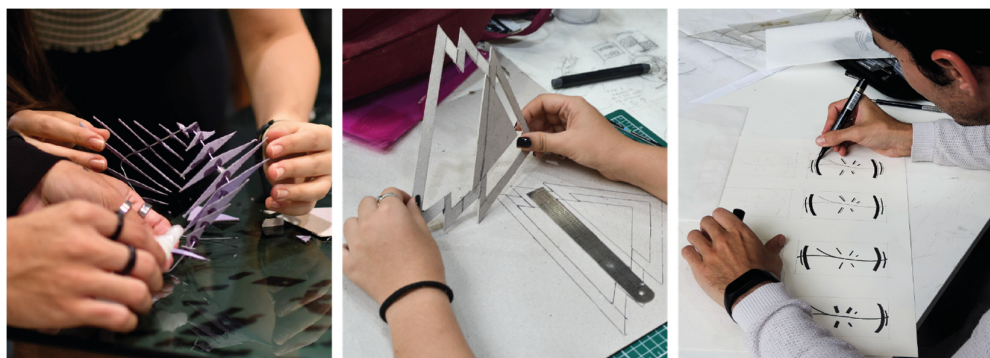
Os trabalhos em equipes, sempre pequenas, são poucos, e realizados após o desenvolvimento dos trabalhos que chamamos de fundadores por serem estes os que inauguram a metodologia de ensino, da qual falaremos adiante.

2.2. As mãos inteligentes²

Por se tratar de uma disciplina de expressão e representação, voltada para um curso que tem as artes visuais como pressuposto, surge a necessidade de potencializar os mecanismos de apropriação do mundo físico, ou seja, de promover uma melhor observação das formas que nos rodeiam.

Apesar do importante papel da tecnologia da computação, entende-se que o processo de produção artística é consolidado por meio de uma experimentação que, extrapolando o aspecto visual, deve envolver os demais sentidos. Como, no caso das artes visuais, o tato merece ser mais estimulado, é imprescindível que os exercícios sejam realizados com o uso das mãos. Assim, além de funcionarem como meio de aprimoramento da percepção visual, eles propiciam o desenvolvimento da coordenação motora fina, geralmente relegados programas brasileiros de ensino fundamental e médio.

Figura 2: registro dos exercícios práticos feitos em atelier.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

A relação das mãos com a capacidade humana de pensar foi assim descrita por Gaston Bachelard: “[...] as mãos têm seus sonhos e pressupostos. Elas nos ajudam a entender a mais profunda essência da matéria. É por isso que elas também nos ajudam a imaginar formas da matéria” (apud PALLASMAA, 2013, p. 18). O papel das mãos como instrumentos de produção de conhecimento foi ressaltado ainda, de forma poética, por José Saramago, no livro *A caverna*:

São poucos os que sabem da existência de um pequeno cérebro em cada um dos dedos da mão, algures entre a falange, a falanginha e a falangeta. Na verdade, aquele outro órgão a que chamamos cérebro [...] nunca conseguiu produzir senão intenções gerais, vagas, difusas, e sobretudo pouco variadas, acerca do que

² Título parafraseado do livro *As mãos inteligentes*: a sabedoria existencial e corporalizada na arquitetura, de Juhani Pallasmaa.



as mãos e os dedos deverão fazer [...] Para que o cérebro da cabeça soubesse o que era a pedra, foi necessário primeiro que os dedos a tocassem, lhe sentissem a aspereza, o peso e a densidade, foi preciso que se ferissem nela. (2000, p. 82, 83).

Assim, todos os trabalhos desenvolvidos no ateliê de Geometria Construtiva, desde a concepção até a arte final, são feitos com as mãos, portanto sem o auxílio dos fantásticos *softwares* que, ao tornarem o trabalho mais fácil, deixam de servir como estimuladores de certas habilidades humanas inatas.

2.3. As exposições

A ideia para a realização da primeira mostra **Geometrizando**, que ora chega à sua nona edição, surge da constatação de que a Geometria Construtiva produz, como resultado de seu conteúdo e sua metodologia didático-pedagógica, um expressivo material que merece ser divulgado para além das fronteiras da FAU-UnB.

Figura 3: exposição dos trabalhos dos alunos de Geometria Construtiva na galeria Christina Jucá, FAU-UnB.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2019).

Ao ser tornada pública, a obra de arte, como suporte de significados, impõe-se como um tipo de linguagem por meio da qual se estabelece um intercâmbio com os outros homens. Além de “objeto-em-si”, que define a existência física da obra, com os seus respectivos atributos objetivos, e de “objeto-para-si”, em que se destacam as prerrogativas intelectuais e sensíveis que a obra desperta no sujeito, a obra de arte, segundo o arquiteto e



professor Matheus Gorovitz (1998), realiza-se como “objeto-em-si-e-para-si” no momento em que se dá a consciência do papel social do sujeito e, portanto, da necessidade que o artista tem de se comunicar.

Além de servir para melhorar a autoestima e a autoconfiança, conforme reconhecido pelos próprios alunos, essas iniciativas representam um meio, ainda que tímido, de prestar contas da produção acadêmica à sociedade, indo ao encontro do espírito de transparência que deve prevalecer nas instituições públicas.

2.4. Os batismos

Um princípio, adotado mais recentemente, diz respeito à solicitação de que os alunos nomeiem seus trabalhos. Esse ato aparentemente simples de batizar – palavra cujo significado em grego é imergir – possibilita um efetivo mergulho, uma apreciação acurada ou, melhor dizendo, um encontro mais íntimo do aluno com sua obra.

Figura 4: trabalhos produzidos pelos alunos de Geometria Construtiva. Título dos trabalhos, da esquerda para a direita, de cima para baixo: Blues, Supernova, Shodô, Carnaval, Velejando e Espaço-tempo.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2019).

Durante a pausa para a escolha desses títulos, em que se estabelece uma relação muito estreita entre o aluno e a obra, acontece o que Gorovitz (1998) chamou de “objeto-para-si”. Despertados intelectual e sensorialmente pelas formas e cores de suas composições, os alunos acabam realizando, por meio de diferentes analogias formais e cognitivas, uma nova leitura dos



objetos produzidos anteriormente, o que contribui para conscientizá-los sobre o valor de suas obras. Com base em depoimentos dados por alunos em sala de aula, percebe-se que essa imersão faz aflorar muito do que há de escondido no emocional de cada um deles, atestando o êxito dessa estratégia.

Eu comecei o semestre, desculpem admitir isso, sofrendo muito por causa de GC, quantas inúmeras vezes eu chorei de raiva tentando entender o que eu ia aprender com isso, porque, sério, eu tive uma dificuldade tremenda nos projetos; nossa, me tirou o sono, eu não sabia muito bem desenho realista, nem mesmo usar lápis de cor, não imaginava como chegar ao nível de geometrização dos trabalhos [...] mas, passando por tudo isso e apresentando o meu 2D, eu digo com muita felicidade e um alívio tremendo que estou orgulhosa de mim e do resultado. Esse trabalho representa a minha estrela, a Geometria Construtiva permitiu que eu chegasse nesse estágio de evolução, com essa explosão de brilho que eu enxergo em mim agora, me permitiu chegar ao meu instante SUPERNOVA. (Depoimento da aluna Eduarda Kelly Cavalcanti Nascimento Borges. Título da obra: Supernova, 2º/2018).³

3. OS MÉTODOS

3.1. O livro aberto e a abstração

Os exercícios fundadores propostos aos alunos, cujo objetivo principal é ensinar a ver, baseiam-se na realização de uma meticulosa análise de objetos da natureza, com suas formas e seus padrões geométricos, ora explícitos, ora disfarçados ou quase ocultos. Para Antoni Gaudí, “O grande livro, sempre aberto, e que convém esforçarmo-nos para ler, é o da Natureza; todos os demais surgiram deste e têm, para além do mais, as interpretações e equívocos dos homens” (apud PUIG, 2011, p. 25, tradução nossa).

Figura 5: análise de formas e padrões dos objetos da natureza.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

O reconhecimento das características dos objetos da natureza, pródiga na provisão de elementos para a fantasia humana recombinar livremente, possibilita uma importante experiência tátil-visual. Além de contribuir para o enriquecimento do repertório formal, o contato *vis-à-vis* com os elementos orgânicos e a percepção de suas diferentes texturas, como

³ Os depoimentos dos alunos estão em itálico para diferenciar das demais citações.



liso, rugoso, áspero, brilhante, opaco etc., promove um refinamento da capacidade sensorial.

Para que possa ser devidamente apreciada e avaliada, essa análise é feita por meio de uma série de registros gráficos, divididos em duas etapas: a primeira, mais empírica e intuitiva, corresponde ao desenho de observação, o mais fiel possível, do objeto estudado (arte como imitação)⁴; a segunda, mais racional e investigativa, consiste em procurar reconhecer as formas e padrões geométricos expressos nesse objeto (arte como criação)⁵.

[...] o ensino do desenho visa desenvolver o hábito da observação, o espírito de análise, o gosto pela precisão, fornecendo-lhes meios de traduzirem ideias e de os predispor para as tarefas da vida prática, concorrerá também para dar a todos uma melhor compreensão do mundo das formas que nos cercam (COSTA, 1942, p. 3).

Figura 6: desenhos de observação dos objetos da natureza.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Concluídas essas etapas analíticas, os alunos passam a dispor de um farto material, composto de formas geométricas simples, isoladas, e também de padrões complexos, que resultam de como estas se juntam e se interpenetram. Até aqui, os alunos estão na condição de criaturas, que tentam interpretar os objetos da Criação.

O principal instrumento da segunda fase do processo de análise é, sem dúvida, a geometria. Pontos, linhas retas e curvas, triângulos, quadrados, círculos, espirais etc. tornam-se códigos para o registro das formas e padrões

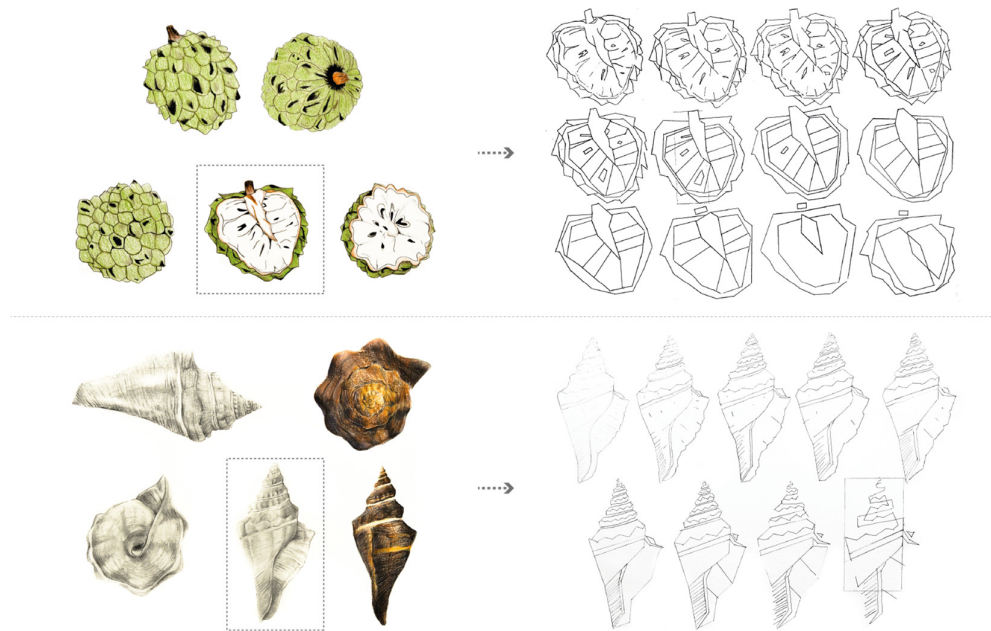
⁴ Conceito que remete à visão de Platão, que concebeu a arte como totalmente subordinada à natureza.

⁵ Conceito que remete à visão de Hegel, que viu a arte como resolução de problemas estéticos, com vistas a uma nova condição espiritual.



da natureza. É o momento da geometrização do “objeto” orgânico registrado pela observação. Seguindo Cézanne, que propôs “[...] tratar a natureza conforme o cilindro, a esfera, o cone” (apud CHIPP, 1988, p. 16), busca-se identificar, nos objetos estudados, sua geometria, suas características, e ainda os ritmos decorrentes da repetição de elementos, ou seja, os padrões de ordem por meio dos quais a natureza é disciplinada.

Figura 7: processos de geometrização a partir dos desenhos de observação.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Ao invés de tratar a geometria como um fim em si mesmo, o desenho geométrico se faz presente somente nos momentos em que há necessidade de reconhecimento e representação das diferentes formas e padrões. Com isso, vão surgindo os arcos tangentes, as elipses, os círculos, os quadrados, os trapézios e todos os demais “personagens” que deverão integrar as composições plásticas. Uma vez que suas regras e conceitos não são transmitidos de forma teórica e isolada, e sim diretamente vinculados à solução de problemas concretos, a geometria, tida frequentemente como um assunto hermético, afeto a alguns poucos eleitos, torna-se agradável para os que dela se apropriam.

Paralelamente à geometrização, e se confundindo com ela, desenvolve-se o processo de abstração, primeiro elemento do tripé metodológico pensado para a disciplina. Segundo o arquiteto Carlos Martí Arís (2000), abstração corresponde a um procedimento cognitivo que tende a separar os aspectos acidentais ou contingentes dos essenciais ou necessários, permitindo extrair um conceito universal a partir de diversas situações ou objetos particulares. Sendo assim, a abstração decorre de duas intenções: isolar a coisa previamente escolhida daquelas com as quais mantém relação, e assumir como objeto específico de consideração aquilo que foi isolado.



Assim, qualquer operação analítica que comporte a substituição das partes de um todo por entes geométricos ou a decomposição de um todo em seus elementos básicos implica um grau de abstração.

Após o que na época pareceram meses, meu desenho de observação foi aceito e eu pude partir para a próxima, e arrisco dizer, a mais importante etapa da disciplina: a geometrização. Nesse momento, eu já me encontrava tão familiarizada com minha beterraba que o modo como eu a via era outro. Suas formas saltavam naturalmente aos meus olhos, e o que antes era o contorno de um simples vegetal transformava-se em composições abstratas bidimensionais e tridimensionais. A matéria que havia antes me deixado noites inteiras acordada agora me trazia um prazer autêntico [...] Fico contente de imaginar minha reação, se eu pudesse compartilhar agora, com aquela caloura receosa e seu vegetal, a importância daquela beterraba não só para minha formação como arquiteta, mas também para a aquisição de um modo diferente de enxergar o mundo. (Depoimento da aluna Teresa Bernadete Medina Ferreira. Títulos das obras: Primavera e Convergência, 2º/2017)

Com origem no desenvolvimento de novas formas de apropriação do real, a abstração contribui para ampliar a capacidade tátil-visual e intelectual e também para ampliar as possibilidades de criação. O esforço cognitivo, que implica afastamento ou subversão do real, tão importante para as atividades artísticas em geral, é condição *sine qua non* para as práticas da arquitetura e do *design*.

3.2. O jogo do quebra-cabeça

Na fase seguinte, os alunos começam a dar vazão à sua vocação criativa ou, como queria Gaudí ao se referir à arquitetura, são convidados a continuar a Criação: “[...] não invente soluções, mas observe como a natureza se organiza [...] Se a natureza é um feito do Criador e as formas arquiteturais derivam da natureza, isto significa que o Criador está sendo continuado” (apud PUIG, 2011, p. 25, 27). Esse pensamento do papel do ser humano como continuador da obra divina foi explorado, de forma bem-humorada, por Domenico de Masi: “[...] se Deus pôde se permitir um sétimo dia de repouso, foi porque o homem assumiu a honra de prosseguir a criação incompleta [...] seis bilhões de cérebros adormecem e começam a sonhar formas, acordam e começam a pensar em como traduzir na prática esses sonhos” (2003, p. 338).

Finalmente, é chegada a etapa de síntese do processo de aprendizado (arte como construção)⁶, em que o aluno (o artista) torna-se o protagonista da criação, a ser expressa por meio da composição plástica. Compor significa agrupar, organizar, coordenar; e plástica remete a dar forma, transformar, modelar⁷, podendo-se a partir daí definir a composição plástica como uma

⁶ Conceito que remete à visão de Kant. Para o filósofo, a arte, embora não prescindisse da natureza, subordinava-a a si, fazendo com que o artista se tornasse um importante protagonista dessa transformação.

⁷ Dicionário Aurélio.



organização e distribuição harmoniosa dos elementos que compõem a obra de arte.

[...] ao formar, ao dar forma à imagem, o artista é obrigado a deformar. Por necessidade substituirá as formas existentes na natureza por outras. Também criará novos contextos formais, cuja extensão e equilíbrio irão servir de padrão de referência à própria interpretação das formas articuladas pelo artista [...]. Mesmo querendo inspirar-se em formas da natureza, o artista as abandona para criar formas de linguagem. (OSTROWER, 2004, p. 314).

Trata-se, portanto, de produzir composições ou rearranjos a partir das formas e padrões observados e registrados nas fases analíticas. E, para que aquelas resultem plasticamente harmoniosas, faz-se necessário algum domínio dos requisitos estéticos que compõem o universo das artes plásticas. Nesse momento, é importante ainda conhecer o que a humanidade produziu no campo da arte abstrata e de que formas ou por que motivos o fez.

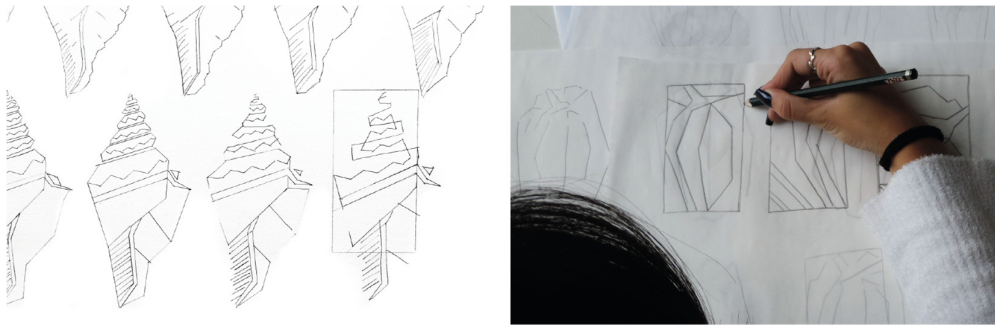
Além de adquirir maior domínio dos entes geométricos, como ponto, linha, superfície, volume, é preciso que os alunos compreendam o significado das estratégias compositivas – proporção, simetria-assimetria, claro-escuro, figura-fundo, equilíbrio, ritmo, unidade, contraste, peso etc. – e sejam capazes de identificá-las nas obras de arte e usá-las em seus próprios estudos.

Mas a tarefa de criar a composição é um pouco mais complexa. Das lições tiradas das formas orgânicas, pode-se perceber, como afirmou Paul Weiss, que “[...] a natureza não é caótica e atomizada. Seus padrões são primários e inerentes e a ordem fundamental de beleza é aparente”. A natureza ensina que o belo sugere mais que uma simples ordenação: o belo específica, segundo o autor, “[...] uma ordem compatível com a singularidade, somente apreendida pela mente humana porque ela própria é parte desta ordem” (WEISS, 1960, p. 20, tradução nossa). A natureza precisa da ordem para garantir a reprodução das espécies e, ao mesmo tempo, da variedade para que possa se fazer instigante e bela.

Se couber aqui uma analogia com a música, pode-se dizer que a ordem está explicitada no tema ou na melodia da composição e que a singularidade corresponde à harmonia ou à improvisação. Nesse sentido, para produzir uma obra de arte, para gerar beleza, não basta reproduzir determinada ordem, ou fazer a mera releitura dos padrões geométricos orgânicos, é necessário e desejável que se estabeleça uma coexistência harmoniosa entre as diretrizes ordenadoras e os elementos singulares, propostos pelos criadores. Se por um lado a falta de ordem conduz ao caos, o excesso dela enseja monotonia e, por consequência, desinteresse por parte dos espectadores de arte.



Figura 8: recortes e rearranjos de formas feitos a partir dos processos de geometrização.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Além disso, é preciso conhecer os fenômenos e os limites da percepção humana. E, nesse sentido, torna-se necessário dar a conhecer as leis da *Gestalt*, desenvolvidas com base na constatação da existência de distorções visuais, causadas pelo fato de a visão não ocorrer a partir da projeção em uma tela estendida, e sim de projeções em cada um dos dois globos oculares.

Os estudos da *Gestalt* procuram compreender a “agradabilidade visual” de modo a transformá-la em uma ferramenta útil, que permita trabalhar com o senso comum e com a possibilidade de universalização de julgamento quando da apreensão da obra de arte:

Há algo que transcende a um exclusivo gosto pessoal ou a um gosto na dependência de um momento histórico. Só em função de alguma constante pode-se explicar que o homem realize e perceba a beleza, quer seja através de uma escultura primitiva, uma estátua grega ou de uma composição de nossos dias. (FRACCAROLI, 1982, p. 27).

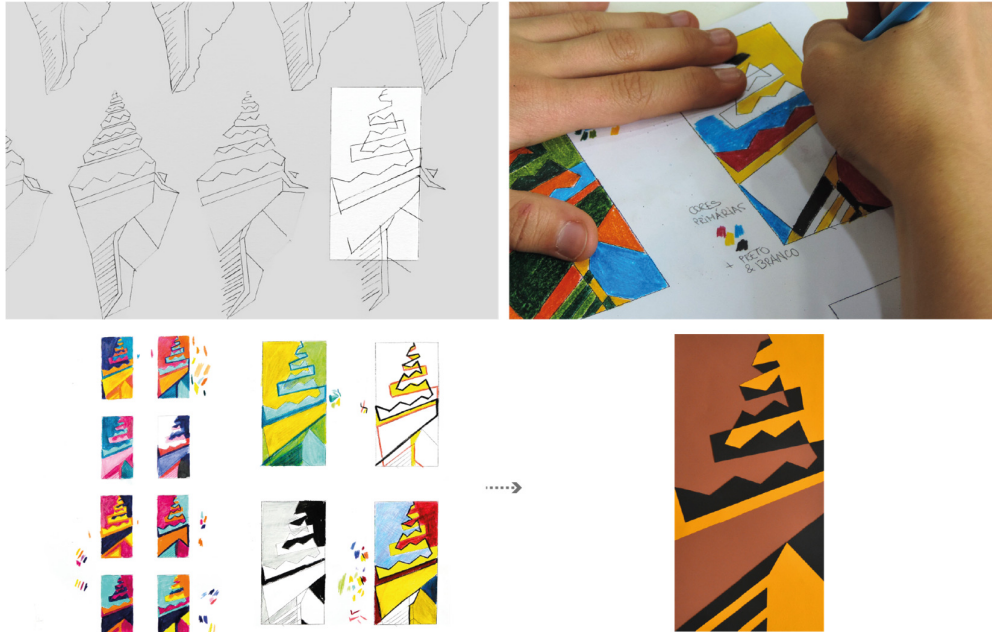
Definido o arranjo formal, é hora de chamar a atenção para o papel das cores na composição plástica, que ganha um considerável suporte a partir sobretudo das hipóteses formuladas no **Esboço de uma teoria das cores** (1810), de Johann Wolfgang von Goethe, retomadas pelo químico francês Michel Eugène Chevreul em **O tratado das cores: a lei do contraste simultâneo** (1839). No início do século XX, vários artistas, entre os quais Johannes Itten, Paul Klee e Wassily Kandinsky, fornecem contribuições significativas para a compressão da percepção humana sobre o fenômeno cromático.

No entanto, independentemente desses aportes teóricos, as decisões sobre a escolha e o uso das cores são tomadas, na disciplina, a partir de exercícios experimentais, com base na tentativa e erro, o que contribui para explicitar as transformações por que passam as composições em função dessa escolha, no que diz respeito a proporção, profundidade, tridimensionalidade etc. Por vezes o lançamento cromático valoriza as linhas, por outras, os planos. E uma mesma composição, dependendo das cores que lhe são agregadas, pode transmitir diferentes sensações. Os estudos, feitos com lápis de cor pelos alunos, servem para demonstrar como as cores



interferem, de forma decisiva, na composição plástica e, conseqüentemente, no conteúdo a ser comunicado.

Figura 9: estudos de cor para os arranjos escolhidos.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Os muitos elementos e a necessidade de trabalhar com uma ordem aliada à variedade transformam essa etapa em um verdadeiro jogo, melhor dizendo, em um complexo quebra-cabeça. É aí que entra em cena o caráter lúdico, o segundo elemento que compõe o tripé metodológico adotado como suporte das atividades pedagógicas. O fato de as peças e as regras estarem colocadas não garante o sucesso da produção artística. Como em qualquer jogo, não basta conhecer peças e regras, é preciso certa perspicácia, que, nesse caso, prefere-se chamar de criatividade.

O lúdico, como fator de extrapolação ou subversão da realidade cotidiana, implica uma forma subliminar de desenvolvimento intelectual, que está na gênese do pensamento, da descoberta de si mesmo, da possibilidade de experimentar e criar.

O processo de criação é a parte mais desafiadora. A cada orientação, a cada incerteza sobre se a escultura iria ficar em pé, a cada pedido pra refazer, eu via o meu trabalho tomando forma e, no fim, senti que havia feito algo que nunca teria sonhado em realizar. Os meus limites foram puxados até que a minha essência estivesse presente na obra. Nunca fui uma pessoa muito segura sobre o meu talento e as coisas que faço. A disciplina, além de abrir meus olhos para a infinidade de cores, formas e composições do mundo da geometria, ensinou-me a acreditar mais em mim mesmo e no meu potencial. (Depoimento do aluno Vitor Silvério Prado. Título das obras: Nascente e Tormento, 2º/2018).



Como observa Domenico De Masi, “A principal característica da atividade criativa é que ela praticamente não se destaca do jogo e do aprendizado, ficando difícil separar essas três dimensões que antes, em nossa vida, tinham sido separadas de maneira clara e artificial” (2000, p. 10).

Johan Huizinga afirma que “[...] o jogo se baseia na manipulação de certas imagens, em uma certa ‘imaginação’ da realidade, (ou seja na transformação desta em imagens)”. O jogo contribui para a percepção: do **tempo**, “[...] enquanto está decorrendo, tudo é movimento, mudança, alternância, sucessão, alteração, separação”; do **espaço** “[...] todo jogo se processa no interior de um campo delimitado, de maneira material, ou imaginária, deliberada ou espontânea”; e da **ordem** “[...] o jogo cria ordem e é ordem. Introduce na confusão da vida e na imperfeição do mundo uma perfeição temporária e limitada” (HUIZINGA, 2000, p. 7, 8, 11), proporcionando, ainda que provisoriamente, uma sensação de tranquilidade e segurança. E conclui:

É talvez devido a esta afinidade entre a ordem e o jogo que este parece estar, em tão larga medida, ligado ao domínio da estética. Há nele uma tendência para ser belo. Em suas formas mais complexas, o jogo está saturado de ritmo e de harmonia, que são os mais nobres dons de percepção estética de que o homem dispõe. São muitos, e bem íntimos, os laços que unem o jogo e a beleza. (HUIZINGA, 2000, p. 14).

3.3. A mão na massa

Cada aluno, na condição plena de Criador, torna-se responsável pela síntese, que traz em si as técnicas necessárias à materialização do ato criador. E basta uma sensibilização sobre características/propriedades dos materiais para fazer com que as criações se transformem em objetos esperando para serem reconhecidos como obras de arte.

Figura 10: registro da etapa de materialização das ideias com a produção de protótipos bi e tridimensionais.



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

Definidas as formas e cores das composições bi e tridimensionais, é chegado o momento de cada aluno encarar o desafio da materialização das ideias, anteriormente expressas por meio de *layouts* e protótipos. No caso dos



trabalhos bidimensionais, surgem algumas opções que vão da colagem (em papel ou folheados de madeira) à serigrafia, passando pela pintura. Alguns poucos chegam, até mesmo, a serem executados com base na técnica de *string art* (arte feita com linhas trançadas sobre tábuas de madeira com pregos).

Em relação aos trabalhos tridimensionais, as dificuldades de materialização são maiores, pois é preciso estar atento para as propriedades intrínsecas a cada material, sobretudo em relação à resistência, já que as “esculturas” devem ficar em pé, sem o auxílio de uma base de apoio, aposta e estranha à composição. Partindo de protótipos em escala real, feitos após uma série de modelos reduzidos em papel, são discutidos com os alunos os materiais que melhor poderiam expressar as ideias propostas.

Dependendo das dificuldades de execução, os alunos apelam para a ajuda de profissionais, como marceneiros, serralheiros etc., que possam executar essas tarefas. Muitas vezes, membros da própria família, dominando ou não os ofícios, se dispõem a ajudá-los. Surgem então trabalhos em madeira, aço, acrílico, vidro, pedras, etc., e mesmo um ou outro feito com sucata. Neste último caso, já houve até a colaboração de artistas plásticos locais, que construíram, juntamente com os alunos, em suas próprias oficinas, os objetos criados.

A participação da família contribui para aumentar a autoestima e a autoconfiança dos alunos. A colaboração dos artistas e principalmente dos profissionais é também bastante positiva, pois além de permitir um intercâmbio entre o mundo acadêmico e a sociedade, possibilita um diálogo entre os alunos e aqueles que, de fato, põem a mão na massa, resultando na aquisição de um vocabulário próprio do universo do fazer e conscientizando os estudantes sobre as dificuldades concretas para a execução de suas ideias.

Essas situações constituem minúsculos exemplos de como, por meio da prática pedagógica, é possível reduzir a distância entre o pensar e o fazer, contribuindo para que a universidade, além de produzir conhecimento, possa transformá-los em produtos reais.

Figura 11: etapas do método.



Fonte: diagrama elaborado pelos autores. Fotografia de Gabriel Lyon (2018).



3.4. Os sonhos e fantasias

Com um repertório compositivo mais consolidado, chega a hora de dar asas à imaginação e se aventurar pelo campo da criação de forma mais liberta. Surgem, então, as fantasias... manifestações do espírito que, emergindo dos cérebros criativos, impregnam, por meio da construção de objetos plásticos, a realidade do nosso espaço vital.

Poesias, danças, cidades, atividades circenses e o próprio carnaval têm sido pretextos para o despertar de emoções e inspirar essa nova etapa dos trabalhos. Sentimentos como tristeza, alegria, dor, prazer concorrem para estimular a sensibilidade e a subjetividade de cada um, fazendo desencadear um processo diferenciado de criação.

Apesar de a metodologia utilizada ser, de certo modo, semelhante à anteriormente descrita, o desafio do processo de abstração nesta etapa é preservar a identidade do tema proposto para o exercício, de modo que o espectador consiga reconhecê-lo. Assim, enquanto os produtos derivados de elementos da natureza indicam um abstracionismo geométrico, os resultantes das manifestações culturais expressam um abstracionismo lírico, mais adequado ao resgate cognitivo e simbólico de tais manifestações e de seus personagens emblemáticos.

Figura 12: trabalhos finais inspirados nos temas "dança", "obra do artista" e "cidades".



Fonte: fotografia de Gabriel Lyon (2018).

As afinidades individuais com as expressões culturais e os estados mais ocultos do espírito criativo sugerem, nesse caso, uma pesquisa diferenciada, que objetiva a construção de símbolos, a serem transpostos posteriormente para o campo da matéria.

Um dos temas usados para esse exercício foram as cidades invisíveis, descritas pelo escritor Italo Calvino (1991). Apesar de, no geral, os resultados terem sido considerados satisfatórios, observou-se a dificuldade de alguns alunos para interpretar os textos herméticos e carregados de simbolismo do autor. Por outro lado, as experiências baseadas em cidades reais geraram trabalhos interessantes que, apesar do exaustivo processo de abstração, foram capazes de manter elementos suficientes para identificação destas.

Com o objetivo de explorar o movimento e imprimir um caráter mais dinâmico às composições, utilizaram-se como temas diversos exemplos de dança e atividades circenses e carnavalescas. O objetivo subjacente à escolha



dessas temáticas foi a observação e o registro da movimentação dos corpos humanos no espaço. Considera-se que as experiências foram bem sucedidas, tendo produzido obras de franco apelo visual. Embora os trabalhos tridimensionais tenham suscitado maiores dificuldades de execução, os resultados foram surpreendentes.

Mais recentemente, a construção de fantasias teve como origem obras de artistas consagrados, que usam a abstração como ferramenta para o trabalho criativo. Após a realização de análises dessas obras, usando os conceitos próprios da composição plástica, os desafios foram produzir esculturas a partir da releitura de obras bidimensionais e criar pinturas, colagens etc. a partir de obras tridimensionais. Com isso, além da apreensão dos conceitos que regem o fazer artístico e do destaque dado ao movimento e ao ritmo, buscou-se estimular a capacidade de transformação de espaços tridimensionais em bidimensionais, por meio do desenho, ou de espaços bidimensionais em tridimensional, por meio da realização de protótipos.

A despeito dos objetivos mais específicos, referentes às particularidades de cada tema, a ideia com esses exercícios foi dar vazão aos sonhos e fantasias dos estudantes, introduzindo-se então o terceiro elemento do tripé metodológico: a utopia.

Herbert Marcuse admite que, ao insistirem no valor dos sonhos, os artistas defendem que as imagens da liberdade e satisfação ainda não alcançadas estariam presentes como ideias reguladoras da razão, do pensamento e das práticas pela reconstrução dos valores sociais. Ao passo que a realização progressiva do sonho e sua preservação são tarefas da luta por uma sociedade melhor, sustentar o sonho contra uma sociedade que não sonha é a grande função subversiva da arte, que ele chama de “promessa de felicidade”. Para o autor, “[...] o artista dissocia-se metodicamente da sociedade alienada e cria o irreal, universo ‘ilusório’ no qual a arte por si só tem e comunica sua verdade” (MARCUSE, 1986, p. 97).

É sonhando com um mundo mais justo e fraterno que os artistas e os arquitetos podem construir talvez o seu mais importante legado. Mas desenhar essas utopias não é uma tarefa fácil: “[...] exprimir um sonho, uma fantasia, é uma operação de alta matemática, como lançar uma nave no espaço. A expressão exige um máximo de rigor” (FELLINI, 1995, p. 97).

Ter coragem para pensar alto e investir na utopia constituem exercícios próprios de um ser irrequieto e investigativo, e acreditar no sonho é o incentivo maior para o desabrochar de mentes criadoras.

4. AS PALAVRAS FINAIS

Mais poderia ser dito sobre essas experiências pedagógicas cujo pressuposto é o espírito lúdico, que usa a abstração como ferramenta para a construção de utopias.



Cada resultado parcial constitui um experimento e um produto, configurando uma estratégia que, valorizando ambos, tem no primeiro a criatividade e no segundo a necessidade de comunicação das criações resultantes. À ebulição cerebral própria do ato criativo contrapõe-se o fazer manual que, resgatando o equilíbrio psíquico, contribui para desenvolver a coordenação motora fina e estimular a aprendizagem.

Considerando que artistas e arquitetos devem ter um compromisso com os horizontes futuros, ao acolher a ordem e a geometria como meios pretende-se, como fim, conduzir o processo de aprendizado a um avanço no campo da liberdade plástica, da criatividade, enfim, da construção de fantasias.

Propor diferentes respostas para um mesmo problema, ou antecipar cenários e inventar soluções possíveis ou impossíveis, faz parte do processo de especulação a ser estimulado no universo acadêmico. É o lançamento de ideias, por meio de muitas tentativas e erros, que faz com que os alunos, acumulando experiências, se qualifiquem como construtores de uma sociedade melhor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÍS, Carlos Martí. **Abstracción en arquitectura**: una definición. Barcelona: Universitat Politecnica da Catalunya/DPA, 2000. Disponível em: https://issuu.com/maearq_med/docs/dpa16_abstraccion. Acesso em: 12 fev. 2019.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

CALVINO, Italo. **As cidades invisíveis**. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

CHIPP, Herschel Browning. **Teorias da arte moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

COSTA, Lucio. Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP). **Desenho** [programa de desenho para o ensino secundário]. Rio de Janeiro: Arquivo Gustavo Capanema CPDOC/FGV, 1942.

DE MASI, Domenico. **O ócio criativo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2000.

_____. **Criatividade e grupos criativos**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

FELLINI, Federico. **Eu sou um grande mentiroso**: entrevista a Damien Pettigrew. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

FRACCAROLI, Caetano [1952]. **A percepção da forma e sua relação com o fenômeno artístico**: o problema visto através da Gestalt (psicologia da forma). São Paulo: FAUUSP, 1982.

GOROVITZ, Matheus. Da educação do juízo de gosto. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 79, n. 193, 1998. Disponível em:



<http://rbep.inep.gov.br/index.php/rbep/article/view/1020/994>. Acesso em: 27 fev. 2019.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

MARCUSE, Herbert. **A dimensão estética**. Tradução de: Maria Elisabete Costa. Lisboa: Edições 70, 1986.

OSTROWER, Fayga. **Universos da arte**. 24. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PALLASMAA, Juhani. **As mãos inteligentes: a sabedoria existencial e corporalizada na arquitetura**. Trad. Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

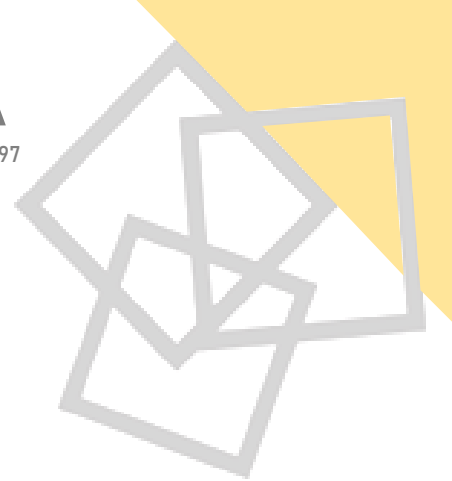
PUIG, Armand. **La Sagrada Familia según Gaudí**. Barcelona: El Aleph Editores, 2011.

SARAMAGO, José. **A caverna**. São Paulo: Cia das Letras, 2000.

WEISS, Paul. Organic forms: scientific and aesthetic aspects. In: KEPES, Gyorgy (ed.). **The visual arts today**. Middletown: Wesleyan University, 1960, p. 177-190.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Irene Ernest Dias pela revisão e formatação textual e ao Gabriel Lyon pelas fotos e tratamento das imagens.



Geometria espiral aplicada no espaço: o caso do Museu Nacional de Arte Ocidental (1959)

Spiral geometry applied in space: the case of the National Museum of Western Art (1959)

Mariana Caldas

Estudante de Arquitetura e
Urbanismo / UNICAP
Recife, Brasil
mariana.slcaldas@gmail.com

Ana Luisa Rolim

Arquiteta e Urbanista
Professora Assistente III /
Doutoranda MDU/UFPE
ana.rolim@unicap.br

RESUMO:

Este artigo tem como objetivo discutir as peculiaridades da geometria da espiral, particularmente suas implicações quando aplicada ao desenho do espaço. Utiliza-se como caso o Museu Nacional de Arte Ocidental, projetado por Le Corbusier, inaugurado em 1959, que representa a materialização das ideias do arquiteto referentes à configuração espacial em forma de espiral para espaços voltados à exposição de obras de arte. A base teórica empregada é a sintaxe espacial (HILLIER; HANSON, 2003; HILLIER, 1986) e sua instrumentalização por meio de análises de linhas axiais e espaços convexos, visando aferir que medida a configuração do espaço pode influenciar na experiência do usuário do ponto de vista de seu movimento e visibilidade no espaço. Como contribuição, espera-se ampliar, de um modo geral, o entendimento das soluções utilizadas na arquitetura moderna e, especificamente, das propriedades que o percurso espiralar atribuiu ao espaço do museu.

Palavras-chave: Espiral; Sintaxe Espacial; Le Corbusier; Museus de arte.

ABSTRACT:

This paper aims to discuss the peculiarities of the spiral geometry, particularly its implications when applied to the design of built environments. The case study we present is the National Museum of Western Art, which was designed by Le Corbusier, opening its doors in 1959. The museum represents the materialization of the architect's ideas regarding the spatial configuration in the form of a spiral applied to art museums. We adopt the space syntax theory (HILLIER and HANSON, 2003; HILLIER, 1986) and its instrumentalization through axial lines and convex spaces analyses to verify the extent to which the spatial configuration might influence the visitor's experience from the point of view of their movement and visibility in space. As a contribution, in a broad spectrum, we hope to cast light on the understanding of design solutions employed in modern architecture and, specifically, the spatial attributes related to the museum's spiralling layout.

Keywords: Spiral; Space Syntax; Le Corbusier; Art Museums



1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste estudo é analisar espacialmente a aplicação da geometria espiral na arquitetura, utilizando a teoria da lógica social do espaço ou sintaxe espacial (HILLIER; HANSON, 1984; HILLIER, 1986). Será discutido aqui, especificamente através de análise configuracionais, o Museu Nacional de Arte Ocidental (MNAO), em Tóquio (Le Corbusier, 1957-59), por ser um dos três principais projetos de museu pensados pelo arquiteto franco-suíço, que segue o conceito inspirado no crescimento em espiral das conchas marinhas, proposto inicialmente para o Museu de Crescimento Ilimitado (MCI), de 1939, no qual o princípio é adaptado a uma malha ortogonal, sugerindo a circulação de visita nas galerias a partir de um percurso em espiral (BAKER, 1998).

No campo teórico, a arquitetura pode ser estudada a partir de suas causas (determinações ambientais, políticas, ideológicas etc.), isto é, como uma variável dependente, ou de seus efeitos, ou seja, com base em seus impactos diretos nos usuários (funcionais, econômicos, sociológicos, bioclimáticos etc.), o que implica em ser tomada como variável independente. A partir desta última postura, adota-se neste artigo a teoria da sintaxe espacial, cuja investigação baseia-se em que medida a arquitetura e o urbanismo interferem nas relações sociais.

Como estudo de caso, tem-se um projeto emblemático de Le Corbusier, um dos maiores arquitetos do século XX, que, ainda na primeira metade do século XX, com o MCI e, posteriormente, o MNAO, pensa o espaço arquitetônico a partir de uma matriz geométrica específica: a espiral. Esta maneira de projetar, de certo modo, antecipa aproximações contemporâneas no campo da arquitetura que a abordam a partir da geração da forma ou do desenho generativo. Portanto, vê-se como de suma importância buscar maior entendimento acerca desta solução moderna, para, inclusive, ampliar seu potencial de reinterpretação e reutilização na contemporaneidade.

No campo da sintaxe espacial, espaços são vazios e estes são definidos por obstruções que restringem acesso e ocluem a visão. Sintaticamente, edifícios possuem uma série de espaços e cada espaço está conectado a outros. As obstruções podem ter um significado social e implicam no comportamento do habitat humano. Neste estudo, pretende-se investigar como no museu, definido como um tipo de espaço inicialmente contínuo e que segue uma narrativa, esta configuração em espiral influencia o movimento, o sentido de copresença e possíveis encontros por parte de visitantes.

Começamos definindo a espiral matematicamente, como uma curva plana que gira em torno de um ponto central, para contextualizá-la no projeto do Museu Nacional de Arte Ocidental (MNAO) de acordo com o partido utilizado e sua organização espacial, definindo o eixo de análise. A seguir, tem-se a análise sintática propriamente dita, que se utiliza de alguns meios de representação sintática, como mapas axiais, de visibilidade e convexos, de



modo a avaliar as intenções projetuais para, então, chegarmos a algumas conclusões.

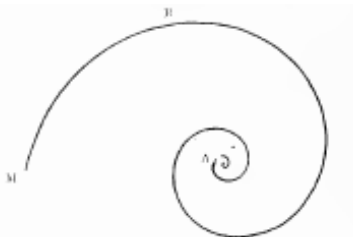
2. ESPIRAL

2.1. Na natureza: a origem da forma

Na matemática, a geometria é o ramo que estuda as formas que repetem-se em padrões semelhantes em fenômenos orgânicos e inorgânicos. Encontrados na natureza, os padrões de formas criados são um processo imposto pelas leis universais, podendo ser ou não uma convenção útil da mente. Portanto, a existência na geometria não quer dizer a real existência da forma na natureza, pois a matemática trabalha com pressuposições em torno disso, muitas vezes apresentando hipóteses probabilísticas (COOK, 1914).

Estas formas inicialmente encontradas na natureza podem apresentar regularidades, círculos, espirais, recorrências angulares, planos, simetrias e paralelismo, e formar certos padrões por sua ocorrência e propriedades específicas (COOK, 1914). Devido à junção da geometria com a física e a biologia, permite-se chegar à identificação de variadas ocorrências morfológicas, como as arborescentes, circulares, fractais, hexagonais e a do objeto de estudo – a forma espiral (Figura 1) (COSTA, 2014).

Figura 1: forma espiral



Fonte: COOK (1914)

Os exemplos de elementos da natureza com a essência da sua forma em espiral são alguns animais microscópicos e nebulosas no espaço. Em fenômenos da natureza, o padrão repete-se também como a rotação habitual de correntes de ar, que, no hemisfério norte, é da esquerda para a direita, enquanto, no hemisfério sul, é da direita para a esquerda. Furacões e tornados são produzidos pela reunião repentina dessas correntes de ar que se movem em direções opostas e o efeito do vento na areia produz um turbilhão de espirais, geralmente vistos em tempestades de areia, produzidos também em pequenas escala (COOK, 1914).

Em seres orgânicos, como nas plantas, espirais são observáveis a partir de sementes e células, como também em caules, flores e frutas. Em animais e no ser humano, a espiral segue todo o curso do desenvolvimento

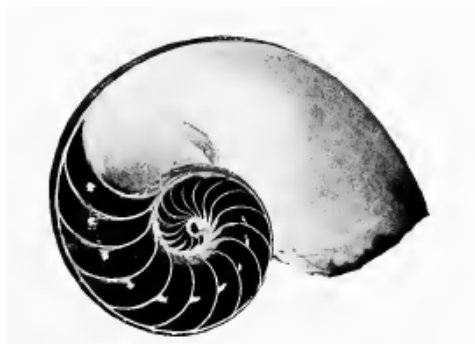


vital, do espermatozoide à estrutura muscular do coração, do cordão umbilical à cóclea do ouvido e na forma e estrutura de grande ossos do corpo.

Segundo Cook (1914), na natureza, a concha é o mais perfeito exemplo de espiral. A *nautiluspompilius* (Figura 2) ilustra perfeitamente a ideia de espiral logarítmica, cuja curva, segundo estudos e exames geométricos exatos do naturalista Canon Moseley, descobriu-se como essencialmente logarítmica, já que as espirais aumentam de largura em uma série sucessiva exata, cada uma das quais um múltiplo seguindo uma certa proporção.

Devido à curva logarítmica, a casca da concha não poderia possuir outra forma que não fosse a espiralar, conformando, nos exemplares examinados, uma simetria geométrica. Segundo o mesmo estudo, a forma desta casca seria produzida pela revolução do perímetro da figura formada pelo eixo da concha. No caso do *nautilus*, o animal que habita a concha empurra o opérculo (estrutura anatômica que encerra a concha de múltiplas espécies de gastrópodes) para a frente para depositar matéria adicional ao longo da margem inferior da concha, o que faz com que a elipse que gira em torno do seu eixo menor aumente em progressão geométrica, sem nunca mudar sua forma (COOK, 1914).

Figura 2: seção da *nautiluspompilus*.



Fonte: COOK (1914).

A espiral logarítmica foi descrita pela primeira vez por Descartes (século XVII) e, mais tarde, investigada por Jacob Bernoulli (século XVIII), que a chamou *spiramirabilis* (ou espiral maravilhosa). A partir disso, Thompson (1917, p. 172) definiu a espiral como “uma curva que, continuando, a partir de uma dada origem, a aumentar o seu raio, simultaneamente diminui a sua curvatura, à medida que de tal ponto se afasta”, além disso, seu processo típico é permitir um aumento do volume da forma, sem alteração notória das suas regras de crescimento. Segundo Costa (2014), por isso insere-se numa categoria chamada *gnomónico* (palavra de raiz grega que significa “o que indica” ou “que dá pra saber”), anteriormente referenciada por Aristóteles, por possuir a propriedade específica de ampliar sem sofrer nenhuma alteração durante seu crescimento.



Uma das representações da espiral é baseada numa sequência de retângulos de proporção áurea, conceito grego que obriga o menor dos segmentos estar para o maior, assim como o maior está para a totalidade do segmento inicial, proporção que teve grande repercussão estética em diversos períodos da história, tanto em criações arquitetônicas, como nas artes em geral, tornando-se uma referência que implica forte harmonia estética (COSTA, 2014).

É relevante o fato de que o fascínio pela forma retangular atrai o olhar até mesmo do leigo por conta das relações matemáticas nesta ocultas, as quais, quando estudadas, podem tornar-se fonte de prazer para o matemático. O retângulo áureo, além de ser um formato economicamente útil, é uma figura esteticamente agradável (HUNTLEY, 1970).

Segundo Costa (2014), a geometria se aproximou da estética ao longo do século XIX, e, com as inovações no campo artístico no século XX, associou-se às ciências humanas, influenciando uma crescente experimentação nas artes. Essa relação resultou no modo de ver a beleza, como também em otimização funcional, e, como uma consequência do movimento moderno, favoreceu a reaproximação entre arte e natureza. Importantes teóricos, como Vitruvius (século I a.C.), definiram o que seria a proporção com base na sequência de retângulos áureos, conectando a necessidade de equilíbrio entre as partes do corpo e do edifício.

Um dos principais expoentes do modernismo, Le Corbusier, elaborou uma teoria geométrica na qual podia-se retomar um pouco aos princípios harmônicos de Pitágoras, já utilizados no Renascimento por Alberti e Palladio. O arquiteto criou seu próprio sistema de proporções, que pretendia ser a síntese dos princípios modulares de composição, baseando-se no corpo humano, na seção áurea e na série Fibonacci - sequência de números inteiros na qual, cada termo subsequente corresponde à soma dos dois anteriores (HUNTLEY, 1970) - o qual chamou de *Modulor*, para, mais tarde, aplicar conceitos relacionados à matemática em projetos arquitetônicos.

2.2. Na arquitetura: o Museu Nacional de Arte Ocidental (1957-59)

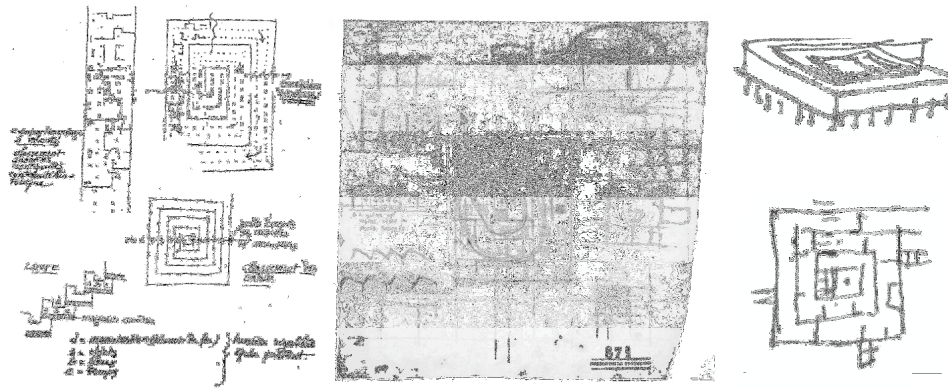
O sistema *Modulor* não ilustra o único exemplo do trabalho de Le Corbusier com proporção e formas geométricas. Moos (1988) defende que o arquiteto incorpora formas como partidos arquitetônicos, relacionando-as a propósitos específicos. Para o autor, identifica-se esse fenômeno em quatro tipos de projetos de Le Corbusier: o módulo de habitação em caixa, o museu em espiral, o estádio em forma de vaso (ou embarcação) e salas de reuniões triangulares.

Como pontua Moulis (2002), a aplicação da forma espiral como partido arquitetônico desenvolveu-se na obra de Le Corbusier através de uma série de estudos sob a forma de esboços realizados entre 1929 e 1965 (Figura 3). Como resultado, a evolução do modelo de espiral quadrado,



primeiramente formulado para o MCI, tornou-se um protótipo para os museus posteriormente construídos em Ahmedabad, Chandigarh e Tóquio.

Figura 3: Espiral em projetos de Le Corbusier, da esquerda para a direita: World Museum (1928-29); Pavillon de l'Esprit Nouveau (1936-37) e Museu do Crescimento Ilimitado (1939).



Fonte: ROLIM, AMORIM, JABORANDY (2018).

O MNAO foi originalmente projetado para abrigar e exibir a coleção Matsukata, do empresário, Kojiro Matsukata, ex-presidente da *Kawasaki Shipbuilding Company*, colecionador de um grande número de pinturas, esculturas e gravuras advindas de suas viagens ao Ocidente. Com a crise financeira de 1927, sua coleção foi vendida e, depois da Segunda Guerra Mundial, muitas das obras tornaram-se propriedade do governo francês, que as devolveu ao Japão em 1959 (Figura 4) (BOESIGER, 1936).

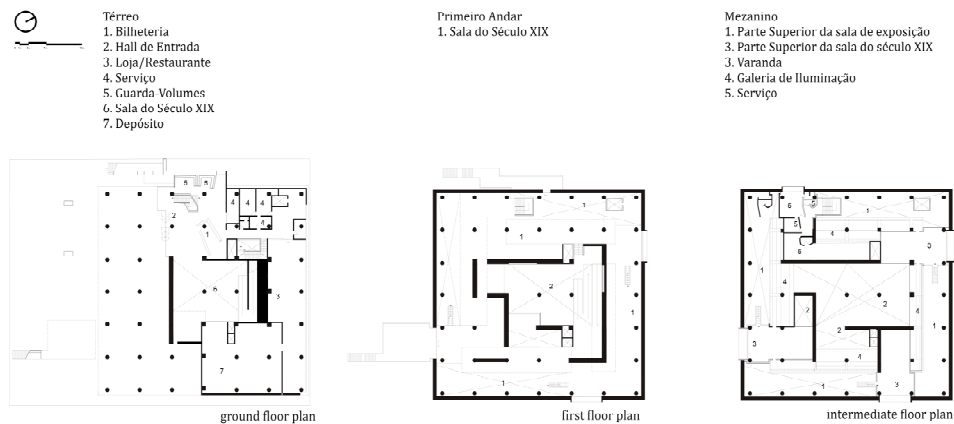
Prioritariamente em concreto armado e com uma área total de 17.369 m², o edifício, de três pavimentos, tem seu corpo principal de galerias sobre pilotis, com o setor administrativo localizado ao norte da planta.

A organização geral do edifício é baseada em uma espiral inserida em um quadrado. O acesso dá-se pelo piso térreo, envolto em vedação em vidro e ladeado por pilares, sugerindo um percurso em espiral pelo restaurante, lojas e sala de estar ou ao salão principal, a chamada Sala do Século XIX, que funciona como um átrio de pé-direito duplo. Este átrio, semelhante ao que acontece no MCI, é iluminado por uma claraboia na forma de uma pirâmide envidraçada, que, voltada à direção norte, é suportada por vigas cruzadas, que a destacam espacialmente, gerando uma luz dramática e, ao mesmo tempo, funcional para o espaço de exposição.

Através da rampa, o visitante segue até a galeria superior, que envolve o átrio/galeria central de pé direito duplo, para o qual voltam-se varandas, partindo deste pavimento. Nesta galeria, predominantemente um espaço fechado, há quatro opções de contato com o exterior através de grandes aberturas ou escadarias. Por meio de trajetos lineares, o visitante é levado a três mezaninos independentes, que flutuam por sobre a galeria do piso superior.



Figura 4: plantas baixas do térreo, primeiro pavimento e mezanino, MNAO (1959).

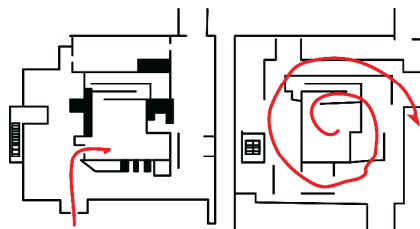


Fonte: elaborada pelos autores (LE CORBUSIER, 1946).

Para Le Corbusier, as cobertas são uma parte importante do edifício. No MNAO, além de claraboias, a cobertura adquire diferentes formas e planos altimétricos, com lanternins que permitem a passagem de luz natural para o interior. Contudo, apesar das jardineiras, não é um espaço aberto ao acesso de visitantes.

O arquiteto usa a espiral para sugerir tipos de circulação e reforçar o conceito de *promenade*, cuja ideia é a arquitetura enquanto um evento que se desdobra diante de um corpo que se move no espaço (MOULIS, 2002). Como no MCI, em Tóquio, a espiral define o passeio, sobrepondo-se a outro tipo de configuração em quatro eixos, como um cata-vento, que se sobrepõe à espiral. O cata-vento como circulação secundária é descrito por Le Corbusier como necessário para corrigir as tendências labirínticas que por ventura fossem provocadas pela circulação em espiral principal (Figura 5).

Figura 5: diagrama da proposta de percurso em espiral.



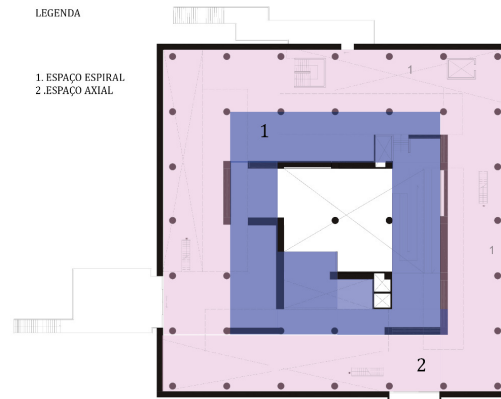
Fonte: elaborada pelos autores.

Quando o visitante sai da espiral, é possível experimentar diferentes visadas através dos quatro eixos para o exterior que enquadram o horizonte à arquitetura, trazendo mais complexidade a esta combinação de formas. Deste modo, o percurso é induzido por paredes paralelas, que garantem força



ao passeio arquitetônico, apresentando meios de sair da espiral e sugerindo outra rota de passeio. Esse espaço, Moulis (2003) categoriza como axial, por se estender segundo o eixo longitudinal (Figura 6).

Figura 6: diagrama de espaço espiral e axial MNAO (1959).



Fonte: elaborada pelos autores.

A forma espiral estabelece uma relação de descoberta exploratório do visitante para com o museu, uma vez que o horizonte se estabelece à medida que o espaço vai sendo revelado. Percebe-se, portanto, que este recurso foi utilizado para induzir uma experiência mais única, que aguça a curiosidade do visitante para com o espaço. Ao mesmo tempo que parece tratar-se de um espaço sem fim, o usuário desenvolve uma espécie de ânsia por vislumbrar o exterior.

Uma vez que a espiral é inserida no desenho arquitetônico, sua forma altera profundamente as propriedades configuracionais do espaço, pois, neste caso, se assemelha a um labirinto, uma vez que não permite o visitante vislumbrar claramente o que está adiante, condição essencial a um labirinto tradicional, que aqui é parcialmente interrompida. E são essas interrupções nas barreiras físicas limítrofes da espiral que proporcionam ao visitante a vontade de alcançar o horizonte. A seguir veremos justamente como essa espacialidade pode ser vista do ponto de vista analítico no MNAO segundo ferramentas de análise sintática.

3. ANÁLISE DO ESPAÇO

3.1. Materiais e métodos

Foram analisadas as plantas do térreo, do pavimento superior e do mezanino do MNAO. As plantas baixas, de nossa autoria, foram geradas com base em documentos disponíveis na obra *Le Corbusier Ouvre Complète, 1938-1946*. Vale ressaltar que, mesmo buscando a maior precisão possível com relação a esta fonte primária, os desenhos gerados refletem nossa interpretação do material consultado.



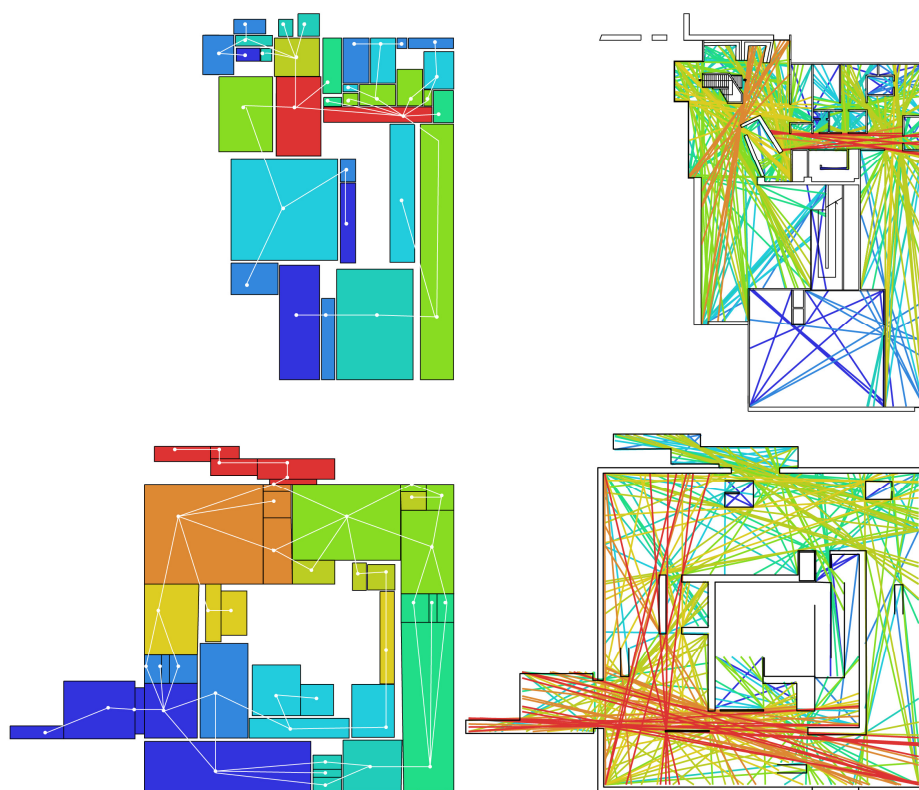
Para elaboração destas plantas, mapas e grafos para a análise sintática, foi utilizado o *software* AutoCAD para produzir as plantas baixas, o JASS para gerar o grafo justificado e a plataforma *Depth Map X* (TURNER, 2007) para gerar mapas convexo e axial e o grafo de visibilidade.

3.2. Uso da Sintaxe espacial na análise

Na abordagem teórica da sintaxe espacial, entende-se que as pessoas movem-se em linhas axiais, interagem em espaços convexos e veem campos visuais, os quais mudam à medida que estas movimentam-se em ambientes construídos. A partir da descrição dos espaços com base nos mapas e grafos, é possível investigar a relação entre comportamento social e configuração espacial (Figura 7) (AL SAYED, 2014).

O mapa axial descreve o movimento, ou seja, reduz os espaços a linhas mais longas acessíveis que cobrem os espaços convexos em um mapa, ajudando a prever a movimentação de pedestres. O mapa convexo representa as relações de adjacência dos espaços, representando a hierarquização destes. Ambos foram utilizados para analisar conectividade e integração, que, quando altas, indicam como é fácil para um indivíduo em uma posição no espaço entender a estrutura geral do lugar (ou sistema espacial).

Figura 7: mapas convexos e axiais, MNAO (1954).

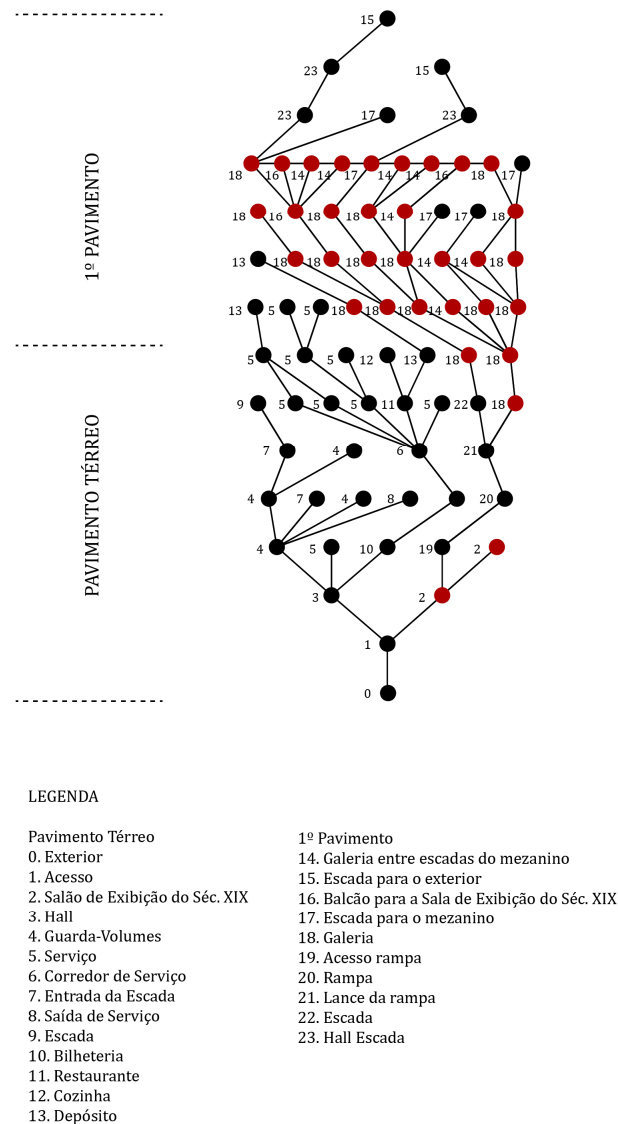


Fonte: elaborado pelos autores.



Os grafos justificados são uma forma de analisar graficamente, através de uma árvore ramificada, a assimetria e a profundidade de um sistema espacial. No grafo, os pontos representam os espaços e, as linhas entre estes, as conexões dentro do sistema. Começando com um ponto base (ou raiz), a cada nível de profundidade, os pontos organizam-se horizontalmente, afastando-se verticalmente da raiz, de modo que o topo do grafo representa o espaço mais profundo dentro do sistema (HILLIER, 1989). Destacamos em vermelho no grafo abaixo os espaços mais relevantes analisados neste estudo, as galerias.(Figura 8)

Figura 8: grafo justificado do MNAO (1954), destacando galerias, átrio e balcões.

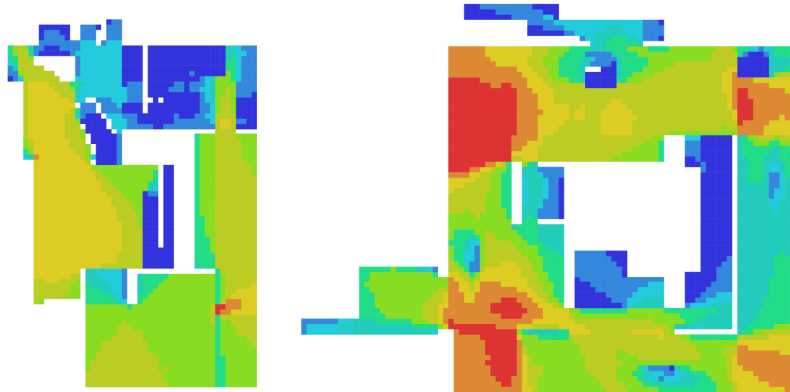


Fonte: elaborado pelos autores.



O grafo de visibilidade (VGA) foi usado para analisar as propriedades visuais dos layouts, especialmente a integração, que mede o quão profundo ou superficial é um espaço em relação a outros, indicando aqueles que funcionam como um ponto de encontro natural de pessoas (Figura 9) (ROLIM, AMORIM; JABORANDY, 2018).

Figura 9: grafo de visibilidade MNAO (1954).



Fonte: elaborada pelos autores.

3.3. Discussão de resultados

Seguindo o conceito do MCI, o museu projetado por Le Corbusier em Tóquio foi uma evolução da ideia ali implantada, convertendo-se em um edifício de bem maior complexidade programática, incluindo áreas de serviço com acesso restrito, loja, restaurante, sala de estar, o que, conseqüentemente, influenciou as relações espaciais no sistema.

Considerando as galerias, o museu dispõe de 31 espaços convexos. No térreo, o átrio é um tipo de galeria configurada por 2 espaços convexos. As galerias do pavimento seguinte, o principal, são mais complexas e com espaços convexos maiores nos quatro eixos, evoluindo na espiral. Através do mapa, também podemos perceber que os espaços próximos a possíveis saídas e acessos, e que indicam rotas alternativas, são os mais integrados. É notável que a maioria dos espaços de galeria do MNAO estão no piso principal, refletindo a intenção do arquiteto de colocar praticamente toda exposição no mesmo plano horizontal. Os espaços mais conectados estão ao redor do grande salão, exceto no balcão/sacada, de onde o usuário pode ver o grande átrio de cima, onde se caracteriza, assim, como um ambiente de permanência (Figura 7).

Hillier (1986) identificou a existência de quatro tipos de espaços de acordo com a conexão com outros espaços do sistema: o tipo “A” são espaços com um único acesso (ou “sem saída”); o “B” conecta-se a dois ou mais espaços, mas não faz parte de nenhum anel de circulação; o “C” está normalmente em um anel e o “D”, em dois ou mais destes anéis. Ainda



referente a esta classificação, o autor ressalta que um aumento global no número de espaços tipo “D” minimiza a profundidade do sistema, o tornando mais integrado, enquanto que um aumento global na quantidade de espaços “B” e local de espaços “C”, levam a sistemas mais segregados (ROLIM, AMORIM e JABORANDY, 2018). Além disso, segundo Amorim e Lins Filho (2014), espaços “B” e “C” são mais sujeitos ao controle de acesso e saída e, juntamente com os espaços “D”, são mais propícios ao movimento, enquanto os espaços “A” tendem a configurar-se mais frequentemente como locais de permanência (Figura 8).

No grafo justificado, foram destacados, em vermelho, os espaços das galerias, o átrio, os balcões e as galerias entre as escadas do mezanino. O átrio, localizado no térreo, está em uma posição relativamente rasa no sistema, mas representa o começo da exposição, à medida que o visitante, a partir daí, começa a conhecer as demais galerias. O primeiro pavimento, então, possui espaços bem conectados, visto que neste predominam espaços tipo “C” e “D”. As galerias no primeiro pavimento formam alguns anéis de circulação, que permitem que o visitante mova-se ao redor da Sala de Exibição do Séc. XIX por diferentes caminhos. Neste sistema, até mesmo os locais que tendem a gerar uma maior permanência, ou seja, aqueles com apenas uma saída, podem ser acessados por diversos pontos, configurando-os como integrados às galerias (Figura 8).

Em relação à movimentação, através do mapa axial podemos perceber que há um grande eixo na entrada da exposição, no térreo (Figura 7). Por conta de requisitos funcionais, percebe-se que, ainda no térreo, o corredor de serviços é um grande eixo de circulação dentro do sistema. No pavimento superior, prevê-se grande movimentação de visitantes, principalmente onde há maiores separações dentre paredes paralelas e septos, justamente onde se localiza o maior eixo axial, a oeste da planta. Neste pavimento, o espaço que possui menor eixo axial é o volume que saca acima da Sala de Exibição do Séc. XIX, portanto, menos provável de abrigar movimento intenso de pessoas (Figura 10).



Figura 10: na ordem, galerias e balcão acima do átrio.



Fonte: GOOGLE EARTH-MAPAS. Consulta realizada em 01/05/2019.

Quando analisado o gráfico VGA do MNAO (Figura 9), observa-se que um visitante situado na Sala do Século XIX possui uma grande visibilidade, se comparada aos demais ambientes. Assim que o visitante acessa o museu, vê o grande salão, e naturalmente, guarda seus volumes na recepção para começar o passeio pela Sala do Século XIX. Após isso, continuando o percurso, a rampa é um elemento com pouca visibilidade, mas que marca o começo da espiral. No pavimento seguinte, que é o principal por possuir várias galerias, há uma grande variação dos tipos de campos visuais. Há quatro eixos que possibilitam a chegada e a visão do exterior do edifício, de onde o usuário consegue enxergar e perceber a profundidade do espaço, enquanto que, em outras situações, este último possui uma visão limitada, o que, supomos, poderia levar a um certo tipo de ânsia por encontrar o fim do *quasi* labirinto.

Vemos que na análise de visibilidade, a ideia do recurso utilizado é reafirmada: quando posicionados no espaço espiral, os visitantes estão livres para se concentrar nas obras de arte e, quando não, experimentam a extensão do espaço para o horizonte e a conexão com o exterior. Não se trata apenas da linha do horizonte desaparecendo e aparecendo para o visitante, afinal a própria organização do museu parece tornar o horizonte mais atraente e desejável do que a experiência que, de outra forma, poderia resultar mais próxima àquela que normalmente ocorre em um labirinto.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aqui apresentando ratifica a intenção do arquiteto em sugerir o percurso espiral no MNAO (1954), uma vez que o uso desta lógica de organização espacial contribui para que o museu conforme um sistema complexo, quando se trata de sua composição de espaços convexos.



Independentemente das obras de arte inseridas no espaço, o que não foi possível aferir nesta presente análise, as galerias variam significativamente em tamanho e forma, oferecendo diferentes campos visuais e experiências.

Percebe-se que, durante o percurso, os visitantes podem seguir a lógica da espiral ou desconectar-se desta por intermédio de conexões com os mezaninos, o que também permite que estes usuários tenham uma visita mais exploratória, na qual, mesmo havendo uma sugestão de rota principal, há a oferta de outras possíveis trajetórias através dos mezaninos sobrepostos.

Possuindo apenas quatro pontos que permitem contato ao exterior, o sistema, como um todo, gera diferentes mudanças nos campos visuais dos visitantes. Esta condição nos leva a crer que a intenção do arquiteto era a de que, a cada volta ao redor do ponto central do edifício, o visitante ou pudesse, de fato, olhar para o exterior (saindo um pouco do ambiente construído do edifício), ou encontrar-se novamente na espiral infinita, o que lhes informaria que estariam prestes a iniciar outra virada na espiral, conhecendo o espaço pouco a pouco. Este recurso parece ter sido propositadamente empregado para quebrar a sensação enfadonha que existiria na repetição sequencial da forma espiral.

Sabemos que a configuração espacial influencia no movimento dos usuários, o que afetaria sua percepção acerca do ambiente. No espaço do museu com configuração mais próxima à labiríntica, entre barreiras e com pouca visibilidade do espaço, o usuário provavelmente sentir-se-ia mais perdido, mas também, por sua condição enquanto espaços “C” e “D”, estes tenderiam a proporcionar um maior movimento de pessoas. Observamos ainda na análise que os possíveis encontros de visitantes dar-se-iam nos quatro eixos que marcam a conexão com o exterior e que a visibilidade no espaço chamado axial é verdadeiramente mais limitada, sugerindo que, em um só espaço, poderia haver experiências diversas.

Por fim, acreditamos que, ao buscar entender o caso aqui apresentado enquanto uma emblemática solução projetual cunhada no contexto da arquitetura moderna, isto possa estimular, no âmbito geral, novos estudos sobre geração da forma aplicados à arquitetura e ao desenho, e quem sabe, levar a alternativas com potencial para gerar espaços propícios a visitas mais exploratórias e menos entediantes em espaços de museus na contemporaneidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L.; LINS FILHO, M. C. Padrões espaciais de moradia: o apartamento contemporâneo segundo seus espaços-tipo. In: **Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2014. v.1. p. 2206 – 2215.



BOESIGER, Willy. **Le Corbusier 1910-65**. Suécia: Birkhäuser Architecture, 1999. 351 p.

BAKER, Geoffrey H. **Le Corbusier**: uma análise da forma. 1998. ed. São Paulo: Wmf Martins Fontes, 2002. 399 p.

COOK, Theodore Andrea. **The curves of life**: an account of spiral formations and their application to growth in nature, to science and to art. 1914. ed. Londres: Constable and Company Ltd, 1914. 479 p.

COSTA, Luís Alves da. **Da geometria à estética através das formas naturais**. 2014. ed. Portugal: Edições Humus, 2014. 130 p.

GOOGLE EARTH-MAPAS. Disponível em: <<http://mapas.google.com>>. Acesso em: 01 maio 2019.

HUNTLEY, E. A. **A divina proporção**: um ensaio sobre a beleza matemática. 1970. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985. 178 p.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 281 p.

HILLIER, Bill. **Space is the machine**: a configurational theory of architecture. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 355 p.

_____. The Architecture of the Urban Object. In: **Ekistics**, v. 56, n. 334-45, p. 5-21.

BOESIGER, Willy. **Le Corbusier oeuvre complete 1957-1965**. Zurich: Les Editions D'Architecture, 1946.

MOOS, Stanislaus von. **Le Corbusier**: elements of a synthesis. Cambridge: MIT Press, 1988, 379 p.

MOULIS, Antony. **Le Corbusier**: the museum projects and the spiral figured plan. Takhar – Afeganistão: Celebrating Chandigarh Ahmedabad. Ahmedabad: Mapin, 2002. 355 p.

_____. Le Corbusier's horizon: technique and the architectural plan'. **Architectural Theory Review**, v. 8, n. 2, 2003. p. 134-142.

ROLIM, A.; AMORIM, L.; JABORANDY, M. The *galleria progressiva* in the Solomon R. Guggenheim Museum and the Museum of Unlimited Growth. In: **International Symposium Formal Methods in Architecture and Urbanism**: book of abstracts. Portugal, CESAP – Cooperativa de Ensino Superior Artístico do Porto, v. 4, abr. 2018.

THOMPSON, D'Arcy Wentworth. **On growth and form**: the complete revised edition. 1917. ed. Estados Unidos: Dover Publications, 1992. 1116 p.

TURNER, Alasdair. New Developments in Space Syntax Software. In: **Proceedings of Workshop on New Developments in Space Syntax Software**. Istambul: ITU Faculty of Architecture, 2007, p. 1-51.



Ainda usamos carvão!

We are still using coal!

Luciana Nemer Diniz

Doutora Professora Associada IV, Departamento de Arquitetura e Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil.
luciana_nemer@ig.com.br

Philippe Lopes Cantreva

Graduando de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil.
pcantreva@id.uff.br

Carolline Amaral

Arquiteta e Urbanista, Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil.
carollineamaral@id.uff.br

RESUMO

O presente trabalho visa discursar sobre o carvão como meio de expressão visual aplicado ao ensino de desenho, trazendo a temática das representações tradicionais como métodos de elaboração visuais ainda interessantes para a formação profissional de arquitetos e urbanistas em um ambiente cada vez mais digital. Exploram-se as qualidades expressivas e técnicas do material carvão em seus diversos estilos tendo maior enfoque em suas possibilidades pictóricas como a técnica do tom, buscando assim a formação das capacidades artísticas e criativas de estudantes e profissionais de arquitetura e urbanismo. Baseando-se em trabalhos realizados em ambiente acadêmico, pela experiência pedagógica proporcionada pelo ensino da técnica em aula e complementada pela pesquisa bibliográfica em diversos textos da área, o artigo demonstra as diversas possibilidades e oportunidades do uso do material.

Palavras-chave: carvão; pintura; representação

ABSTRACT

The present work aims to address the coal as a means of visual expression applied to teaching drawing, bringing themes of traditional representations as methods of visual elaborations still interesting for the professional training of architects and urban planners in an increasingly digital environment. It explores the expressive and technical qualities of the coal in its various styles, with a greater focus on its pictorial possibilities as tone technique, for the artistic and creative capacities of students and professionals of architecture and urbanism. Based on works carried out in an academic environment and by the pedagogical experience provided by the teaching of the technique in class and complemented by the bibliographical research in several texts of the area, the article shows the various possibilities and opportunities of the use of the material.

Keywords: coal; painting; representation



1. INTRODUÇÃO

Frente ao grande movimento tecnológico vivido no século XXI, habilidades que anteriormente eram valorizadas estão se perdendo com o decorrer do tempo, entre elas o desenho a carvão.

Considerado uma ferramenta clássica no que se refere à ilustração, a utilização do carvão na arte é muito difundida. “O carvão é a técnica de desenho mais antiga que se conhece e, ao mesmo tempo, a mais simples.” (GOUVEIA, 2019, p. 01).

O projeto de monitoria da EAU (Escola de Arquitetura e Urbanismo) da UFF (Universidade Federal Fluminense) tem consistido em uma oportunidade no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, conciliando a análise teórica e prática de diversos temas com a experiência pedagógica em sala de aula. Os produtos gerados em tais projetos têm contribuído para constante evolução da qualidade de ensino e tem sido de uso para novos estudantes.

O Estudo do Carvão e sua Aplicação na Expressão – apostila de auxílio para a disciplina de Expressão Gráfica da EAU-UFF, feita como projeto de Monitoria pela aluna Carolline Amaral no ano de 2011, é desde então base para a utilização do carvão nos trabalhos realizados em aula. O tema evidencia a significância do material em suas diversas formas para a expressão e representação gráfica, sendo historicamente utilizado como um meio de exposição de ideias na arquitetura.

O trabalho põe-se como pedra fundamental da realização do atual artigo, como ponto de partida para a elaboração de uma investigação sobre as importâncias do material, como meio para desenho no desenvolvimento na parte criativa de projetos de arquitetura (libertando os traços) e tendo enfoque na sua importância pedagógica no ambiente universitário.

Neste sentido, parte-se com o princípio da fundamental importância de existir no repertório profissional do arquiteto e urbanista a capacidade de se expressar graficamente, característica compartilhada por designers de moda, de produto, artistas gráficos e ilustradores. É coerente dispor deste modo, de disciplinas de expressão gráfica durante a formação acadêmica, onde a aprendizagem de um conjunto de técnicas amplia o potencial de comunicação de ideias e conceitos através de desenhos e outras composições visuais.

A metodologia para o presente artigo se pautou em pesquisa bibliográfica para buscar o estado da arte no assunto em trabalhos científicos e demais publicações. Quanto aos procedimentos técnicos foram feitas consultas em fontes secundárias, material já publicado (livros, monografias e dissertações, *sites* governamentais e *sites* de artistas que compartilham suas experiências com a técnica).

A segunda etapa da pesquisa ocorreu sobre os registros obtidos a partir de fontes primárias, ou seja, material coletado em sala de aula e no



laboratório do Grupo de Pesquisa Análise e Representação da Forma. Dando prosseguimento à pesquisa, o estudo realizado em 2011 foi resgatado assim como os trabalhos realizados com a técnica do carvão; a estes, se dedicou um olhar especial ao examiná-los, escaneá-los e analisá-los.

O carvão é um material usado desde a antiguidade e pode ser listado entre os primeiros utilizados pelo homem. O desenho com carvão é um dos meios mais antigos de expressão visual do homem, presente em civilizações ancestrais.

Conforme Gonçalves, Niéde Guidon, em 1971, na serra da Capivara, Piauí anunciou a descoberta de vestígios de carvão de uma suposta fogueira datada de 40.000 anos, sendo assim, os primeiros grupos teriam, há pelo menos 70.000 anos, adentrado a América pelo Estreito de Bering. Essa teoria tem sido pesquisada seriamente pela comunidade científica de arqueologia, recebendo adesões de importantes arqueólogos (GONÇALVES, 2019, p. 06).

Segundo Frenhi durante a renascença, nos desenhos feitos nas paredes das igrejas, utilizava-se a técnica de pintura com carvão por meio de moldes vazados onde o material era aplicado (FRENHI, 2010, p. 01).

Mas, apesar de sua longa e importante história, ele é visto ainda com reservas por muitos artistas – e seu uso acaba ficando restrito a esboços preparatórios para pintura a óleo.

Na verdade, o carvão possibilita resultados muito expressivos. O material desliza sobre o papel com um toque agradável e basta uma leve variação na pressão para obter grande variedade de efeitos, desde os delicados tons médios texturizados até os escuros profundos. As possibilidades são muitas, de esfumá-lo a misturá-lo com o dedo ou um esfuminho e produzir luzes, removendo-o com um limpa-tipos. Por esta razão, o carvão é excelente para expressar com eficácia o jogo de luzes e sombras, as formas e os volumes e pode ser adquirido em diversos formatos.

No mercado, o carvão é oferecido sob diversas formas, sendo a mais comum o bastão (de carvão vegetal natural de videira ou de salgueiro). Há também os bastões chatos de carvão, mais comprimidos, próprios para cobrir grandes áreas, e os lápis de carvão ou em pó. Estes são os melhores instrumentos para desenhos detalhados, pois se pode apontá-los bem finos. Existem diferentes qualidades de lápis de carvão, de duros a macios, e diversos tipos de bastão (FERRARI, 1985, p. 406).

Degas, Corot e Pissarro são alguns dos grandes artistas que adotaram a técnica do carvão. Edgar Degas, famoso pela pintura de bailarinas, esboçava seus desenhos, assim como finalizava diversas gravuras em carvão. No *site Pinterest* encontram-se 43 imagens de Corot e boa parte delas a carvão (OHNO, 2019, p. 01). Camille Pissarro, mestre francês impressionista, veio a influenciar a obra de Van Gogh. Ambos eram apreciadores de croquis e desenhos finalizados a carvão.

Em janeiro de 1879, Van Gogh começa a trabalhar, atuando como pastor na Bélgica, em uma cidadezinha chamada Borinage.



Impressionado com as condições de miserabilidade dos mineiros nas minas de carvão, elabora vários desenhos inspirados na vida desses mineiros (CARVALHO, 2009, p. 30).

De acordo com San Francisco, o pintor muitas vezes se desesperou com a nova técnica, até que, em 1883, incentivado pela encomenda seu tio Cornelis (desenhos de 12 paisagens de Haia), passa a utilizar o carvão molhado em água e azeite para fixar a pintura, deixando o negro mais cálido e mais profundo (SAN FRANCISCO, 2019, p. 04).

2. O CARVÃO

O carvão mineral é um combustível formado a partir da fossilização de materiais orgânicos, principalmente madeira. No site da Universidade de São Paulo (USP) se tem a seguinte definição: é um combustível formado por meio de processo natural, como a decomposição de organismos mortos soterrados (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2019, p. 01). Ele é encontrado em jazidas localizadas no subsolo terrestre e extraído pelo sistema de mineração.

Para Faria, composto basicamente por carbono e magnésio na forma de betumes, o carvão mineral é uma pedra que apresenta uma cor preta ou marrom escuro, e acredita-se, seja o combustível natural mais abundante do planeta (FARIA, 2006, p. 01). O tempo e a pressão da terra que foi se acumulando sobre o material transformaram-no em uma massa negra homogênea – as jazidas de carvão (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2019, p. 01).

“O carvão mineral é uma mistura de hidrocarbonetos formada pela decomposição de matéria orgânica durante milhões de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão.” (RIO GRANDE DO SUL, 2019, p. 172).

O grau de carbonificação destes combustíveis será determinado pelos seguintes fatores externos: pressão, temperatura, placa tectônica e tempo de exposição. Conforme o Departamento de Minas e Energia os carvões da Região Sul são de baixo grau de carbonificação denominados comercialmente como alto-voláteis (RIO GRANDE DO SUL, 2019, p. 201).

Figura 1: Carvão



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-vegetal.htm>(2019).



A Figura 1 é a lustração do material em sua forma natural.

O Carvão vegetal, também possui cor preta, é obtido pela carbonização da madeira. Informa Brito que o carvão vegetal é obtido na pirólise mediante a ação do calor que elimina a maior parte dos componentes voláteis da madeira - “destilação seca da madeira” (BRITO, 1990, p. 2).

Na Figura 2 é possível observar quatro tipos de carvão: turfa, hulha, lignite e antracite. Estes se distinguem pela sua composição e o seu diferente poder calorífico. Quando a madeira é queimada a 400º C de temperatura obtêm-se o carvão vegetal.

Figura 2: Tipos de Carvão



Fonte: <http://hulha-eteot.blogspot.com/2011/04/diferencas-entre-os-tipos-de-carvao.html>(2019).

De acordo descrição fornecida pela USP, com a maior ou menor intensidade da carbonização, o carvão mineral pode ser classificado como linhito, carvão betuminoso e sub-betuminoso (ambos designados como hulha) e antracite (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2019, p. 03). A turfa, na imagem em cima e à esquerda apresenta quantidade de raízes, não tendo a consistência de carvão.

2.1. Histórico

O carvão formou-se principalmente na era primária no período (entre 359 milhões e 245 milhões de anos atrás) quando se formaram importantes jazidas, logo o nome: Idade das Grandes Florestas ou Período Carbonífero (UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, 2019, p. 01).

Os Romanos, na Grã-Bretanha romana, chegaram a explorar as principais bacias, e grande parte do uso do carvão manteve-se local. No mesmo período, o carvão betuminoso chegou a ser usado para aquecer banhos públicos, banhos em fortes militares e as moradias de indivíduos ricos. Após os romanos deixarem a Grã-Bretanha, no ano 410, não há registros de utilização do carvão no país até o século XII (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 5).

Com a assinatura da Carta Magna, em 1215, o carvão começou a ser comercializado nas áreas da Escócia e no sudeste da Inglaterra Norte. No entanto, não era apropriado para o uso doméstico - lareiras, então, acabou



sendo utilizado principalmente por artesãos para queima da cal, na metalurgia e na fundição. Em 1228, o carvão foi levado para Londres. Durante o século XIII, o comércio do carvão aumentou consideravelmente na Grã-Bretanha e até o fim do século a maioria das minas de carvão na Inglaterra, Escócia e País de Gales foram sendo exploradas em pequena escala, e o uso do carvão entre os artesãos se tornou mais difundido.

Durante a primeira metade do século XIV, o carvão começou a ser utilizado no aquecimento doméstico em regiões produtoras de carvão da Inglaterra, já que melhorias foram feitas no projeto de fornos domésticos. Eduardo III foi o primeiro rei a ter interesse no comércio de carvão do nordeste e emitiu mandados para regulamentar o comércio, e permitir a exportação do carvão para Calais. A demanda por carvão aumentou regularmente na Grã-Bretanha durante o século XV, mas ainda estava sendo usado principalmente nos distritos de mineração, em cidades costeiras ou sendo exportados para a Europa continental. No entanto, como o fornecimento de madeira do século XVI estava começando a falhar na Grã-Bretanha, a utilização do carvão como combustível doméstico expandiu rapidamente (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 6).

Em 1575, Sir George Bruce Carnock de Culross, na Escócia, abriu a primeira mina de carvão de extração de carvão a partir de um "*pit fosso*" no fundo do mar na *Firth of Forth*. Ele construiu uma ilha artificial de carga atrelada a um eixo submerso de 40 pés, que foi conectado a outros dois veios para a drenagem. A tecnologia foi muito além de qualquer método de mineração de carvão no período medieval tardio e foi considerado uma das maravilhas da era industrial.

Devido à sua abundância e seu baixo custo, o carvão foi extraído em várias partes do mundo ao longo da história. Durante a Revolução Industrial se desenvolveu em grande escala, e atualmente, continua a ser uma atividade econômica importante. Comparado aos combustíveis de madeira, o carvão produz uma maior quantidade de energia por unidade de massa e pode ser obtidos em áreas onde a madeira não está prontamente disponível. Embora historicamente utilizado como um meio de aquecimento doméstico, o carvão é agora usado principalmente na indústria, especialmente na fundição e ligas de produção, bem como a geração de eletricidade (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 6).

A fumaça do carvão aumentou a poluição em Londres prejudicando a saúde dos habitantes do país. Como resultado disso, uma proclamação real foi emitida em 1306. Em Londres ficou proibida a utilização do carvão, e assim voltaram a utilizar os combustíveis tradicionais como a madeira.

Durante o século XVII uma série de avanços nas técnicas de mineração foram feitas, como o uso de sondagens para encontrar depósitos adequados de bombas de cadeia, impulsionado por rodas d'água, para drenar as minas de carvão. Depósitos de carvão foram descobertos por colonos no Leste da América do Norte no século XVIII (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 8).

O primeiro uso do carvão conhecido na América foi pelos Astecas que o usavam como combustível e o linhoto (Figura 2) como ornamento.



A Grã-Bretanha desenvolveu as principais técnicas de mineração subterrânea de carvão, no entanto, desde 1890, a mineração do carvão tem sido também uma questão política e social (Figura 3).

Figura 3: Carvoeiras



Fonte: <https://cadernosdalibania.blogspot.com/2017/04/depois-das-lagrimas-da-mina-sobram.html> (2019).

No século XX, o carvão foi em grande parte substituído nas indústrias, assim como no transporte e utilização doméstica. O petróleo e seus combustíveis associados começaram a ser usados como alternativa a partir deste momento. Mineiros de carvão e os sindicatos tornaram-se poderosos em muitos países no século 20, e frequentemente, esses trabalhadores foram os líderes da esquerda ou movimentos socialistas como na Grã-Bretanha, na Alemanha, na Polônia, no Japão, no Canadá e nos EUA. Desde 1970, questões ambientais têm sido levantadas, incluindo a saúde dos mineiros, a destruição da paisagem de minas e remoção do cume, a poluição do ar e da contribuição de combustão de carvão para o aquecimento global.

Os recursos de carvão mineral no Brasil ultrapassam 32 bilhões de toneladas e estão localizados na região coberta por rochas da Bacia do Paraná, no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e, subsidiariamente, no Paraná e em São Paulo (RIO GRANDE DO SUL, 2019, p. 188).

A bacia carbonífera catarinense compreende uma faixa de aproximadamente 100 quilômetros de extensão por 25 quilômetros de largura no sul do Estado. Em Santa Catarina é farta a reserva de carvão hulha do tipo sub-betuminoso.

Nos dias atuais o carvão também é usado na medicina, nesse caso chamado de carvão ativado oriundo de determinadas madeiras de aspecto mole e não resinosas. Apesar dos benefícios apresentados com a utilização do carvão vegetal é preciso analisar a consequência que a sua produção provoca. Afirma o autor que



para o desenvolvimento dessa atividade diversas vezes é preciso retirar a cobertura vegetal de importantes composições vegetativas contidas no território brasileiro, que geralmente não são oriundas de madeiras de reflorestamento ou madeira cultivada para esse fim (FREITAS, 2019, p. 01).

3. O CARVÃO NA EXPRESSÃO GRÁFICA

O carvão, um dos meios de desenho mais expressivo tem a sua utilização nos primórdios da civilização humana, sendo o seu registro relacionado às pinturas rupestres. Ainda assim, a imprecisão e a baixa fixação do seu pigmento sempre o associam aos esboços das pinturas a óleo. Apesar dessa característica, é muito utilizado em ateliês de artes visuais e em cursos e faculdades de Arte / Design / Arquitetura pela razão de proporcionar gradações muito vultosas.

O material se aplica às técnicas conhecidas como do valor ou da tonalidade que, muitas vezes, é erroneamente nomeada como técnica de sombra. Estas tonalidades são obtidas facilmente variando-se a pressão do carvão sobre o papel, que se desprende facilmente com um toque suave, deslizando sobre esse. Por esta característica pode ter sua aparência sobre a base facilmente alterada com materiais específicos como o esfuminho, o limpa-tipos ou até mesmo algodão, para não dizer das misturas com os dedos da mão do artista.

Para Marivc, nas aulas de desenho e figura humana é um dos materiais mais usados pelas suas ótimas características de riscador, que se deposita suavemente no papel ao sabor dos gestos (MARIVC, 2010, p. 01).

3.1. Tipos de Carvão para Desenho

O carvão é encontrado à venda no mercado, em várias durezas e de diversas formas: sob a forma de pequenos galhos carbonizados com o aspecto original, em pó, em barras prismáticas ou cilíndricas regulares e ainda na forma de lápis.

O primeiro - carvão em bastão ou carvão de salgueiro é obtido a partir de galhos da árvore. No comércio na forma de bastões mais finos prestam-se bem para esboços preliminares e trabalhos detalhados ou delicados. Os mais grossos, com diâmetro de até 6 mm, são melhores para cobrir rapidamente grandes áreas com traços fortes e vibrantes.

Segundo Diniz e Amaral quanto mais macio o carvão, mais ele se desfaz em pó e com menos facilidade adere ao papel, ao contrário do carvão comprimido. Portanto, este é uma boa escolha para esfumar ou mudar seu desenho, a fim de criar efeitos mais amplos, no entanto, ele suja mais. Para solucionar a questão é preciso utilizá-lo com cuidado e aplicar fixador em spray quando o trabalho estiver pronto. O carvão macio produz uma marca negra mais intensa, enquanto os bastões mais duros são bons para os tons de cinza intermediários (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 10). Marivc afirma que as



diversas durezas de carvão estão relacionadas ao tempo de carbonização e devem ser escolhidas em função do tipo de trabalho (MARIVC, 2010, p. 01). A Figura 4 exemplifica os tipos de carvão para desenho, à esquerda acima em bastão em três diferentes espessuras, abaixo destes na forma de lápis, à direita acima em pó e abaixo em barrinhas.

Figura 4: Tipos de Carvão para o Desenho



Fonte: MARIVC (2010).

O carvão em pó, geralmente aplicado com o dedo ou com um esfuminho é o ideal para espalhar o produto sobre o papel, quando se trata de cobrir áreas extremamente grandes. Esta forma permite obter grande variedade de efeitos tonais (quanto mais pó, mais escuro o tom). E, caso o desenhista opte por utilizar a ponta do esfuminho, acessório importante na aplicação da técnica, obtém-se resultados muito delicados.

Na forma de lápis, o carvão é verificado no interior de cilindros de madeira em finos bastões comprimidos. A grande vantagem é que são mais fáceis de controlar que o carvão em bastão, produzindo linhas e traços firmes. Sua extremidade é fácil de ser apontada, tornando-o ideal para desenhos detalhados ou muito pequenos. Entretanto, seu envoltório impede que sejam usados para traços largos dificultando a mistura de soluções gráficas. De acordo com Amaral os lápis mais macios produzem marcas tão densas como as do carvão comprimido, permanecendo visíveis mesmo sobre um fundo negro profundo (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 10).

O formato comprimido do material é comercializado em barras de compostas pela combinação do carvão em pó e aglutinante. Trata-se de um tipo mais forte que o comum em bastão e, portanto, mais difícil de quebrar. Entretanto, assim como o lápis, deixa marcas fortes dificultando a tarefa de apagar erros caso seja necessário. Quando a face da barra é utilizada para o trabalho, a barra de carvão comprimido se torna especialmente útil para preencher grandes áreas de tom. Útil também para reproduzir o efeito de luz forte, como a do sol, já que o carvão comprimido, por ser tão escuro, faz com que as áreas claras fiquem ainda mais intensas.



Complementa Marivc que em trabalhos com traços mais grossos, ou para obter manchas negras e maiores mais facilmente, se deve utilizar os tipos mais macios e em barras (MARIVC, 2010, p. 01). O carvão permite o trabalho com muita facilidade sobre grandes superfícies, no entanto, marca a base com facilidade. Em trabalhos mais lineares, pequenas áreas de desenho ou ainda com mais detalhe deve-se utilizar as formas mais duras do material.

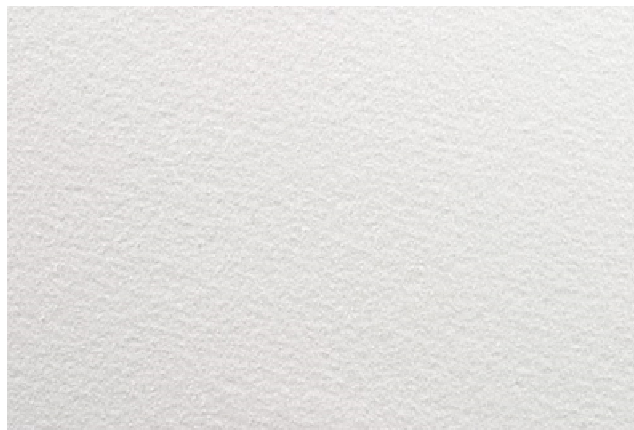
Afirma Marivc que o carvão é também utilizado no esboço de pinturas a óleo, acrílica, de cenários e murais, pois desprende-se com facilidade, deixando apenas suaves traços ou manchas sobre a superfície, servindo de guias no trabalho (MARIVC, 2010, p. 02). Em função desta característica a escolha da base ou superfície de desenho / pintura é fundamental para o bom resultado do trabalho.

3.2. Superfícies de Desenho

Desenhos a carvão podem ser feitos em papel branco comum (sulfite), no entanto, uma das características mais interessantes do carvão é que ele tende a revelar a granulação e a textura do papel em que se desenha – o que o torna particularmente expressivo em papéis bem texturizados.

O papel texturizado é especial para o desenho a carvão e oferece bons resultados também com outros instrumentos de desenho como o pastel seco e o lápis. Ele deve apresentar superfície canelada e bastante resistente, para que possa ser rasurada várias vezes. Os papéis de textura áspera têm granulação maior e superfície irregular, o que torna as áreas fundidas mais vívidas e os traços mais acentuados (Figura 5).

Figura 5: Papel Texturizado



Fonte: DINIZ; AMARAL (2011).

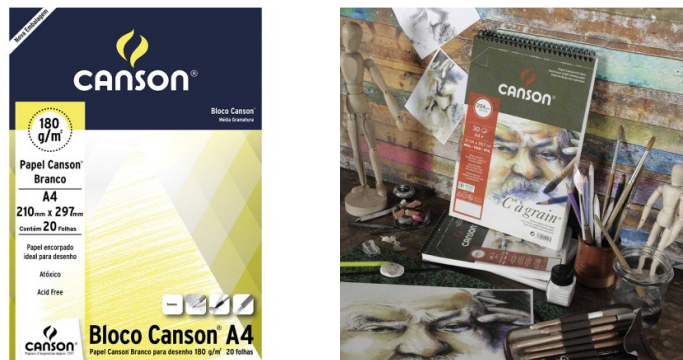
O mercado oferece diversas marcas, sendo que, algumas mais acessíveis em termos de custo para aquisição. A marca Canson (Figura 6), que comercializa o papel de mesmo nome, também conhecido como Debret, fabrica um produto de textura acentuada em relação aos outros tipos, e esta é, tanto tátil quanto visualmente, percebida de forma mais acentuada em uma das faces da folha.



Como para o papel gramatura significa o peso de uma folha de 1m^2 , expresso em gramas, a maior gramatura representa, independente do formato, uma folha de maior peso, um suporte mais rígido. As gramaturas mais usuais deste papel são: 140g/m^2 , 180g/m^2 e 200g/m^2 . Na necessidade de uma técnica mista que envolva o carvão e a aguada também a gramatura de 300g/m^2 pode ser recomendada. Na imagem a seguir a gramatura do primeiro bloco é 180g/m^2 e a do segundo 224g/m^2 .

“O papel Canson “C” à *grainé* é ideal para desenho, graças ao seu grão fino, que não é nem demasiado suave, nem demasiado acentuado, e permite criar efeitos de relevo e obter um resultado delicadamente equilibrado.” (CANSON, 2019, p. 01). O fabricante apresenta para este produto três opções de gramatura: 125g/m^2 , 180g/m^2 e 224g/m^2 .

Figura 6: Papel Canson



Fonte: <http://pt.canson.com/marca> (2019)

O papel Ingres, fabricado especialmente para carvão, pode ser empregado para lápis, pastel e vários outros materiais de desenho. “O papel Canson Guarro Ingres é um papel verjurado, de cor branca natural, com rebordos naturais em dois lados e marca de água. Contém 30% de algodão, que lhe confere um tacto esponjoso.” (CANSON, 2019, p. 01). Comercializado em folhas avulsas, de $50 \times 70\text{ cm}$ e $70 \times 100\text{ cm}$, pode ser encontrado também em blocos de tamanho $32,5 \times 46\text{ cm}$ ou $23 \times 32,5\text{ cm}$ (Figura 7).

Figura 7: Papel Ingres e papel Montval



Fonte: <http://pt.canson.com/marca> (2019)



A superfície áspera de certos tipos de papéis de aquarela fornece uma textura dinâmica aos traços; até mesmo as linhas acentuadamente pretas deixarão transparecer o branco do papel em alguns pontos. O papel de aquarela pode ser encontrado em folhas avulsas, rolos, blocos e álbuns como o tradicional papel Montval, que possui gramaturas de 185g/m^2 , 200g/m^2 , 270g/m^2 e 300g/m^2 (Figura 7).

Conforme Marivc a escolha do papel é fundamental para o resultado do trabalho, pois o carvão comporta-se diferentemente em papéis com superfície mais lisa ou mais rugosa, nesses acentuando a sua textura. (MARIVC, 2010, p. 01).

O papel deve também ser suficientemente sólido para resistir à borracha sem se desgastar. Para Diniz e Amaral outros papéis conhecidos, como o papel de arroz japonês ou papel manteiga também podem ser utilizados para desenhos a carvão (DINIZ; AMARAL, 2011, p. 13). O importante é experimentar o material em variadas superfícies como a dos painéis de ilustração, dando preferência aos que possuem uma textura macia - semelhante ao linho, e também a do papel de jornal para fazer esboços rápidos.

3.3. Acessórios

A maciez do carvão aumenta as chances de borrar acidentalmente o trabalho. Os borrões podem ser evitados a partir do cuidado de enrolar os bastões de carvão em papel. Outra precaução é ao terminar o desenho, aplicar uma camada de spray fixador (figura 08).

Figura 8: Fixador para carvão e Limpa-tipos



Fonte: <https://www.papelero.com.br> (2019)

O spray é útil principalmente para carvões muito macios, evitando que os riscos e as manchas se desprendam da superfície de desenho. Os carvões mais duros tendem a aderir com mais firmeza ao papel, nesse caso o fixador não é essencial.

Um cuidado para que os bastões não quebrem ou esfurem, é segurá-los bem próximo a ponta que toca no papel. Outra atitude cautelosa com o



material é guardar os bastões e lápis de carvão em recipientes com compartimentos separados.

A facilidade com que o carvão borra o papel leva a muitos iniciantes a se excederem na utilização dos esfumados – que nem sempre são adequados ao motivo. O acessório conhecido como esfuminho de papel tem como objetivo esfumar o carvão. Conforme Ferrari para sua utilização recomenda-se a associação com um lenço de papel para limpar áreas insatisfatórias do desenho, ou para espalhar o tom suave sob uma grande área (FERRARI, 1985, p. 406). É fundamental lembrar de que alguns temas podem ser retratados de maneira mais expressiva por meio de uma variedade de traços. As áreas iluminadas podem ser produzidas com uma borracha mole ou com limpa-tipos (Figura 9). Além do fixador e do limpa-tipos o estilete é um acessório muito útil para apontar um carvão em bastão fino ou para lixar os bastões grossos. Um objeto qualquer duro torna-se um acessório para a quebra de um bastão de carvão com o objetivo de obter carvão em pó.

Marivc cita e que é possível apagar o carvão com a borracha miolo de pão (nome popular do limpa-tipos), com borrachas apropriadas (por exemplo: PVC) ou mesmo com um pano macio (MARIVC, 2010, p. 01).

3.4. Técnicas

Segundo Ferrari esfumar com carvão é um trabalho fácil e agradável. Por essa razão muitos artistas não conseguem resistir à tentação de esfumar e se limitam a esta técnica para obter os tons em seus trabalhos (FERRARI, 1985, p. 1167).

As possibilidades oferecidas para esfumar o carvão se diversificam da mesma forma em que se diferenciam as bases do desenho, ou seja, a gramatura e a rugosidade do papel utilizado para a ilustração. Fazendo o uso de uma folha lisa, obtêm-se gradações suaves que pouco revelam a textura da superfície. A maneira como a técnica é aplicada, leva a resultados distintos: valor (tons) – ao esfumar totalmente cada traço (Figura 9), ou mista (tons e traços), esfumando parcialmente o traçado (Figura 10). Por sua vez, a utilização de papel de maior aspereza é desafiante para o artista, visto que a gradação dos tons alcançada apresenta maior irregularidade.



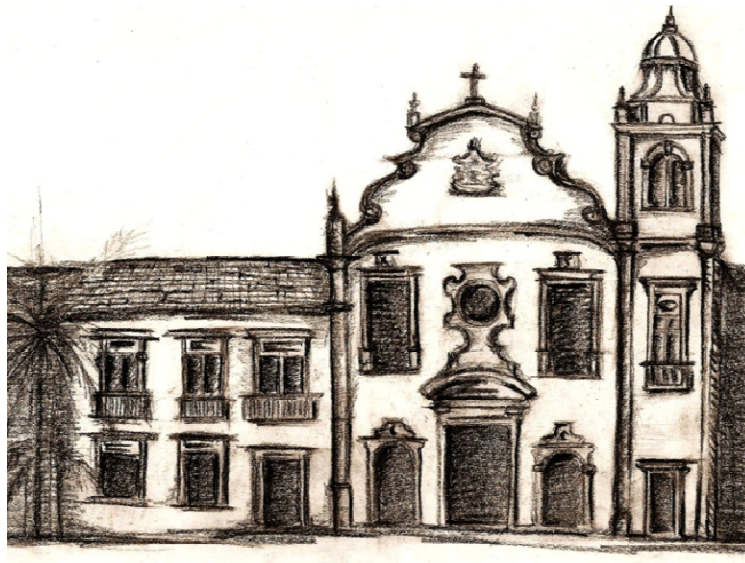
Figura 9: Modelagem com Tons



Fonte: DINIZ ; AMARAL (2011).

Embora desenhos esfumacados cheguem a bons resultados fazer desenhos baseados em traços no carvão é uma maneira de praticar a técnica do grafismo, ou tom de linhas com um material que exigirá mais do desenhista pela variação da espessura da ponta. O desenho de Amaral, Figura 10, é um exemplo desta técnica.

Figura 10: Modelagem com Tons e traços



Fonte: DINIZ; AMARAL (2011).

De acordo com Ferrari as técnicas para desenho a carvão podem basear-se em traços, em fusão de tons ou no contorno gestual (FERRARI, 1985, p. 408).



Figura 11: Modelagem com Lápis carvão e carvão em barra



Fonte: COUTO, (2017).

A obra de Mozart Couto, um clássico para a expressão gráfica no Brasil, apresenta um capítulo dedicado ao carvão. A Figura 11 exemplifica no desenho de Couto a técnica utilizada por Amaral na Figura 10. Para Couto o lápis carvão pode ser utilizado para desenhos com detalhes por sua ponta ser mais firme. Outra vantagem é que se fixa mais no papel e o trabalho pode ser realizado sem a necessidade de usar fixador entre uma etapa e outra (COUTO, 2017, p. 47). Nesta figura também é possível observar a diferença entre o traçado do lápis e do carvão em barra, o primeiro mais intenso que o segundo.

Ferrari corrobora com Couto, para desenhar em áreas pequenas, é sempre mais fácil usar lápis carvão ao invés de bastões (FERRARI, 1985, p. 1086). O autor sugere exercícios, passo a passo, para experimentação dos diversos tipos de carvão com as técnicas dos tons e dos traços e aplicação de esfuminho.

Na figura 12, em um processo comparativo entre duas práticas de desenho, é notável a real diferença entre os resultados do traçado a carvão (à esquerda) e a representação a grafite 6B (à direita).

Figura 12: Desenho a Carvão e Desenho a Grafite



Fonte: DINIZ; AMARAL (2011).



O carvão ainda permite a inversão da prática tradicional do desenho, o traçado na superfície branca. Por conta da sua maciez e fácil distribuição no papel, a possibilidade de criar o desenho a partir do processo de apagar o pó do carvão é algo que poucas ferramentas são capazes de proporcionar. Para tal técnica, o uso de borracha ou limpa-tipos são ideais. O contraste oferecido ressalta a sensação de “luminosidade” em meio ao vasto negro presente na folha. O carvão expressa com eficácia o jogo de luzes e sombras, as formas e os volumes, dando mais profundidade e valorizando o desenho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Adaptado ao seu “restrito” uso nas representações gráficas, o carvão é sempre empregado com a finalidade de causar estímulo e sensibilidade. Por isso, seu uso deve ser planejado no sentido do melhor aproveitamento do material.

A análise e a investigação realizada no presente artigo visaram colaborar para a desmistificação do material com relação à dificuldade do uso e da pouca aplicabilidade. O carvão continua sendo necessário para “soltar” os primeiros traços e dar mais liberdade às representações.

Menos usual que os esfumaçados, a técnica de linhas ou técnica do grafismo ou ainda tom de linhas dá identidade ao autor à medida que gera traços marcantes em contraste com o fundo e que podem trazer o caráter dinâmico do croqui e dar fluidez aos esboços a carvão. Logo, o material é adaptável a diversas técnicas e indicado para muitos fins.

Apesar do impacto ambiental, considera-se que a quantidade de bastões de carvão produzidos para o desenho e pintura, não aumentam sensivelmente esta conta se comparada ao seu uso em escala industrial e, portanto, deve ser mantido.

O carvão ainda é utilizado como produção artística, expressiva e como fonte didática.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, José Otávio. **Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira**. Notas de Aula, Departamento de Ciências Florestais / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USO, Piracicaba, SP, Brasil, 1990.

CANSON. **Papiers d'inspirationsince 1557**. Disponível em: <<http://pt.canson.com/marca>>. Acesso em: 23 abr. 2011

CARVALHO, Sônia de Fátima Elias Mariano. **A dialogia estética em Vicent Van Gogh**. M. Sc., PPGEL/ UFU, Uberlândia, MG, Brasil, 2009.

COUTO, Mozart. **Curso Técnico de Desenho**. São Paulo: Editora Escala, 2017.

DINIZ, Luciana Nemer; AMARAL, Carolline. **Estudo do carvão e sua aplicação na expressão**. Monitoria, TAR/EAU, UFF, Niterói, RJ, Brasil, 2011.



FARIA, Caroline. **Mineração de carvão no Brasil**. Infoescola – navegando e Aprendendo, 2006. Disponível em <[https:// https://www.infoescola.com](https://www.infoescola.com)>. Acesso em 22 abr. 2019.

FERRARI, Vera Rodrigues Caetano. **Carvão: material e técnicas**. Rio de Janeiro: Rio Gráfica Editora, 1985.

FREITAS, Eduardo de. **Carvão Vegetal**. Disponível em <<https://www.brasilecola.uol.com.br>>. Acesso em 22 abr. 2019.

FRENHI, Ane. **Desenho Artístico: técnica carvão**. Disponível em: <<https://www.entreculturas.com.br>>. Acesso em: 22 out. 2011.

GONÇALVES, Rainer. **A povoação das Américas**. Disponível em: <<https://www.historiadomundo.com.br>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

GOUVEIA, Magaly. **Desenho a Carvão: a técnica clássica de desenho**. Disponível em: <<https://www.amopintar.com>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

MARIVC. **Desenhando ideias**. Disponível em: <<https://sketchingideas.wordpress.com>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

RIO GRANDE DO SUL. Minas e Energia. **Desenvolvimento do carvão e do gás de carvão**. Disponível em: <<https://minasenergia.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

OHNO, Frederico. **Corot**. Disponível em: <<https://www.pinterest.es>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

SAN FRANCISCO. **Vincent Van Gogh**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA. **Período Carbonífero**. Disponível em: <<http://www.ufrr.br/lapa>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Carvão Mineral**. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq a bolsa de Iniciação Científica de Philipe Cantreva.

Agradecemos a Universidade Federal Fluminense à bolsa de Monitoria de Carolline Amaral.