

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE ARTES
BACHARELADO EM ARTES VISUAIS**

**ARTE-LUZ-INTERATIVIDADE: UMA ABORDAGEM DO USO DA
TECNOLOGIA NA ARTE E DA LUZ COMO MATERIAL**

DANIELA FEITOSA ARAÚJO

**PORTO ALEGRE
2018**

DANIELA FEITOSA ARAÚJO

**ARTE-LUZ-INTERATIVIDADE: UMA ABORDAGEM DO USO DA TECNOLOGIA
NA ARTE E DA LUZ COMO MATERIAL**

Trabalho de conclusão apresentado à banca do Curso de Artes Visuais – Bacharelado em Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Artes Visuais.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Marinho Ribas Semeler

DANIELA FEITOSA ARAÚJO

**ARTE-LUZ-INTERATIVIDADE: UMA ABORDAGEM DO USO DA TECNOLOGIA
NA ARTE E DA LUZ COMO MATERIAL**

Trabalho de conclusão apresentado à banca do Curso de Artes Visuais – Bacharelado em Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Artes Visuais.

Porto Alegre, dezembro de 2018

Prof. Dr. Alberto Marinho Ribas Semeler - Orientador

Prof. Dra. Alessandra Lucia Bochio - Banca examinadora

Prof. Dra. Marina Bortoluz Polidoro - Banca examinadora

"Às vezes olhar para o futuro pode ser assustador porque por definição ele é desconhecido. Mas com arte e tecnologia podemos contar histórias reais sobre o que está por vir e trazer nitidez para essas questões."

Andrew McWilliams - TEDxVilnius

RESUMO

O presente trabalho relata o processo de construção de uma obra de arte computacional interativa que tem a luz como fonte principal de sua constituição estética. Se trata de uma malha de LEDs que acendem quando o espectador caminha sob eles. Seus principais componentes são o Microsoft Kinect, responsável por detectar a presença do espectador, e um Arduino que, por sua vez, controla a malha de LEDs. A proposta é um convite para que o fuidor saia de um lugar de contemplação e se descubra como co-autor, explorando novas maneiras de experimentar a obra.

Palavras-chave: Arte e Tecnologia. Arte interativa. Arte computacional. Luz.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de funcionamento de instalação interativa	14
Figura 2 – <i>A lamentação</i> (1305), Giotto de Bondone	19
Figura 3 – <i>A virgem dos rochedos</i> (1495-1508), Leonardo da Vinci	20
Figura 4 – <i>La Parade</i> (1887-88), Georges Seurat	21
Figura 5 – <i>La Parade</i> (1887-88) - detalhe ampliado, Georges Seurat	21
Figura 6 – <i>The light inside</i> (1999), James Turrell	23
Figura 7 – <i>Light Topography Wave</i> (2014), Jim Campbell	24
Figura 8 – <i>Optone</i> (2009), Tsutomu Mutoh	25
Figura 9 – <i>Fantasia Aquáticas Iluminadas</i> (2009), Takahito Matsuo	26
Figura 10 – Esquema de montagem da obra.	28
Figura 11 – Componentes do sensor Kinect	29
Figura 12 – Efeito das sombras no sensor Kinect	30
Figura 13 – Imagem gerada a partir das informações capturadas pelo sensor Kinect.	31
Figura 14 – Esquema da malha de LEDs	33
Figura 15 – LED com fibra ótica em diferentes condições de luminosidade	33
Figura 16 – Componentes do protótipo	34
Figura 17 – Protótipo em ambiente com baixa luminosidade	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	ARTE COMPUTACIONAL E INTERATIVIDADE	8
2.1	DA CONTEMPLAÇÃO À INTERAÇÃO	8
2.1.1	GRAUS DE INTERATIVIDADE	10
2.2	ARTE COMPUTACIONAL	12
2.3	INSTALAÇÕES INTERATIVAS	13
2.3.1	O CORPO DO OBSERVADOR NAS INSTALAÇÕES INTERATIVAS . . .	16
3	A LUZ COMO MATERIAL	18
3.1	A LUZ NA HISTÓRIA DA ARTE	18
3.2	LUZ E INTERATIVIDADE	24
3.3	O CUBO PRETO	26
4	COMPOSIÇÃO DA OBRA	28
4.1	MICROSOFT KINECT	29
4.2	PROCESSING	31
4.3	ARDUINO	32
4.4	MALHA DE LEDS	32
4.5	PROTÓTIPO	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Arte-Luz-Interatividade: Uma abordagem do uso da tecnologia na arte e da luz como material traz à tona a perspectiva da arte computacional, que "envolve sistemas computacionais tanto nos seus processos de criação e produção quanto na forma de apresentação"(BOONE, 2013, p. 36), e tem como base a construção de um *software*, bem como a utilização dispositivos eletrônicos, como o computador, Microsoft Kinect e Arduino, para a criação de um ambiente tridimensional e interativo que reage de acordo com a presença do espectador.

Nesta proposta será apresentada uma obra interativa que tem a luz como fonte principal de sua constituição estética. As variações captadas através do sensor Kinect, conectado a um computador, causam o acender e apagar de LEDs (Diodo Emissor de Luz ou *Light Emitting Diode*) dispostos em uma malha presa ao teto. Essa malha é gerenciada por uma placa Arduino. Cada LED, por sua vez, está conectado à fios de fibra ótica que transmitem a luz emitida por eles, gerando um efeito de minúsculos pontos de luz que acompanham o espectador à medida que este caminha pelo espaço.

A presença do espectador, estimulada através do sensor Kinect, provoca o efeito de luzes que acendem e apagam. Neste momento, o fruidor se torna fator indispensável para a constituição da obra. Torna-se obrigatória a manipulação contemplativa dos objetos de luz (caminhar sob eles) para a existência da mesma. O processo de comunicação entre a instalação e o fruidor, em si, é a obra. O observador faz parte do processo de realização da mesma. O que remete ao efêmero provocado por essa interação e que também está presente no aspecto tecnológico, tanto no *hardware* quanto no *software* utilizados.

O interesse sobre o tema vem da relação precoce que possuo com sistemas de computação, presente inclusive em minha formação acadêmica. Surge como uma tentativa de fundir dois universos dos quais me sinto parte: a arte e a tecnologia. Além disso, a proposta traz como base de estudo a questão da interatividade e o papel da luz na arte e como esses trabalhos são influenciados pelo meio ao qual são expostos.

A pesquisa engloba imersão na temática, busca de fontes em leituras de textos teóricos, visualização de vídeos, estudos relacionados a eletrônica e a computação. Foram experimentados vários componentes para se obter o resultado proposto. Depois de algumas investidas, chegou-se a composição de LEDs e fibra ótica como elemento luminescente e a utilização do sensor Kinect como entrada de dados devido à sua precisão em relação ao sensor de presença ultrassônico, que foi uma das opções cogitadas.

2 ARTE COMPUTACIONAL E INTERATIVIDADE

Neste capítulo serão apresentados três temas centrais que, no trabalho proposto, aparecem relacionados entre si. São eles: a interatividade, a arte computacional e o universo das instalações interativas. No que tange à interatividade relatamos os caminhos que, do ponto de vista do espectador, foram percorridos na arte até, finalmente, chegarmos na interação. Além disso, exploramos os diferentes graus de interatividade propostos por autores desde Lévy, que explora a interatividade no contexto das tecnologias analógicas e digitais, até Primo, que realiza uma proposta de estudo da interatividade em ambientes informáticos. Depois, vamos buscar entender o significado da arte computacional e alguns dos fatores que a caracterizam. E, por fim, exploraremos o universo das instalações interativas e como se dá a relação entre elas e o corpo do observador.

2.1 DA CONTEMPLAÇÃO À INTERAÇÃO

De acordo com Frechiani (2011, p. 97), historicamente, dentre as tendências que situam a importância do espectador na constituição da obra, a arte percorreu um caminho até finalmente desembocar no universo da interatividade. Esse percurso parte da contemplação, onde o fruidor é um agente passivo, passa pela participação ativa, onde encontramos a manipulação de objetos, até finalmente chegar na interação, onde se manifesta uma relação de reciprocidade entre o usuário e um sistema computacional. Neste processo Vares (2015, p. 2570) afirma que é possível perceber mudanças circunstanciais e definitivas na criação, na produção e, também, na recepção e percepção da obra por parte do espectador.

Segundo Plaza (1990, p. 10), foi a partir dos anos cinquenta que se constituíram, no campo da arte, tendências que traduzem e antecipam as mudanças produzidas pelas tecnologias. Experiências de representações visuais levaram os artistas desta época a interagir com a ciência e a tecnologia sob o nome de arte cinética, utilizando-se da luz, do movimento e da cor, numa tentativa de sistematizar a arte visual, argumenta Rahde (1999, p. 76). Retomando Plaza (1990, p. 11), o artista se interessa por uma nova forma de comunicação, onde procura a participação do espectador para elaborar a obra de arte. A obra deixa de ser fruto apenas do artista e se produz no decorrer do diálogo. O espectador não está mais reduzido ao olhar, ele tem a possibilidade de agir sobre a obra e modificá-la. Ainda de acordo com Plaza (1990, p. 14) "a noção de arte de participação tem por objetivo encurtar a distância entre criador e espectador. Na participação ativa o espectador se vê induzido à manipulação e exploração do objeto artístico ou de seu

espaço". Vivenciamos o início do deslocamento das atribuições do artista para o fruidor.

Rahde (1999, p. 77) afirma que nos anos setenta a intervenção do público na obra se tornou um fator natural, já que esta era uma das muitas intenções das obras criadas neste período. Propostas como as da escultora Lygia Clark tornaram possível a desestetização da arte, não importando se os trabalhos se configuravam como obras de arte, mas procurando envolver o espectador nos aspectos psicológicos da leitura imagística, afirma a autora. Acrescenta que na década de oitenta houve uma ruptura em relação às décadas anteriores quando se passou a pesquisar as novas tecnologias, como o computador e o audiovisual, estabelecendo-se verdadeira revolução nas artes. Para Caetano (2009, p. 53) inaugura-se a era das interfaces, na qual novos paradigmas são evidenciados a partir da interação homem-máquina. Segundo ela, junto com a proliferação dos computadores pessoais, ocorre a desmistificação das tecnologias computacionais, o que colocou os artistas diante de possibilidades estéticas interativas. "A teoria e o fazer artístico, antes distanciados do apoio da solução científica, encontraram novas formulações, atendo-se mais ao processo do que ao produto final no conceito de obra"(RAHDE, 1999, p. 78).

Tavares (2011) explica que o fenômeno da interação mediado pelas tecnologias eletrônicas pressupõe a existência de um processo de realimentação, em que cada ação do receptor condiciona uma conseqüente reação da máquina e vice-versa, possibilitando um contínuo diálogo entre esses elementos. A visão computacional tem um grande papel nessa dinâmica pois são os algoritmos que tornam os trabalhos artísticos mais dinâmicos, imersivos e fazem com que o espectador se constitua como parte do trabalho. Como visão computacional compreende-se a definição proposta por Caetano (2010, p. 134) que diz que "é a forma pela qual 'o computador enxerga' e 'interpreta as imagens', um conjunto de dados numéricos digitais, uma matriz numérica digital descrevendo qualquer conjunto imagético fisicamente contextualizado".

Rabello (2011, p. 2566) relata que os artistas tem proporcionado novos mundos ao estabelecer diálogos e projetar novas realidades, propondo obras que ultrapassam o modelo de objeto pronto para um modelo dinâmico e em constante transformação, o que possibilita ao público um território de experiência ampliado por meio da simbiose entre homem e máquina.

Para Domingues (1997, p. 22) a arte interativa é, portanto, completamente avessa ao princípio da inércia. Surge um novo espectador que, através das interfaces, tem acesso a obra proposta. Ainda de acordo com a autora, são as interfaces amigáveis que permitem as trocas do espectador com as fontes de informação. A contemplação é substituída pela relação. Assim, Plaza (1990, p. 20) conclui que uma obra de arte interativa é um espaço latente e suscetível a todos os prolongamentos sonoros, visuais e textuais. O cenário programado pode se modificar

em tempo real ou em função da resposta dos operadores. A interatividade não é somente uma comodidade técnica e funcional; ela implica física, psicológica e sensivelmente o espectador em uma prática de transformação. O destinatário potencial torna-se co-autor e as obras tornam-se um campo aberto a múltiplas possibilidades e suscetível a desenvolvimentos imprevistos numa co-produção de sentidos.

2.1.1 GRAUS DE INTERATIVIDADE

A partir de estudos dos trabalhos de autores como Lévy (2010), Couchot et al. (2003), Tavares (2011), Bochio (2010), Primo (2000), Souza e Franco (2012) podemos classificar a interatividade de diferentes maneiras. Tomemos como ponto de partida o trabalho de Lévy (2010, p. 81) onde afirma que o termo interatividade, em geral, ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação. Acrescenta que um receptor da informação nunca é completamente passivo: ele decodifica, interpreta, mobiliza seu sistema nervoso de muitas maneiras, e sempre de forma diferente de outra pessoa. Trazendo com isso o que chama de grau de interatividade, que, segundo ele, é distinto para cada mídia ou dispositivo de comunicação e pode ser medido em eixos diferentes, são eles (LÉVY, 2010, p. 82):

1. As possibilidades de apropriação e de personalização da mensagem recebida, que podem ser linear, em rede, em fluxo, em mundo virtual;
2. A reciprocidade da comunicação, que pode ser separada em três princípios: um-todos, um-um e todos-todos;
3. A virtualidade, que enfatiza o cálculo da mensagem em tempo real em função de um modelo de dados de entrada;
4. A implicação da imagem dos participantes nas mensagens;
5. A telepresença.

Para Bochio (2010, p. 14), determinar os graus de interatividade, significa identificar os modos e as possibilidades de interação em função da maneira como se manifesta o diálogo entre homem e máquina. Ela afirma que os eixos apresentados nos dão subsídios para pensarmos em uma análise mais apurada da questão de interatividade. É importante ressaltar que, assim como ocorre no trabalho de Bochio, estamos focando em uma análise da interatividade no contexto digital e Lévy se refere, também, às tecnologias analógicas.

Couchot et al. (2003) classificam a interatividade em duas frentes: a exógena e a endógena. Afirmam que a interatividade não se limita a permitir ao espectador conversas com a imagem. Ela se estende aos próprios objetos virtuais simulados pelo computador. "À interatividade exógena que se estabelecia entre o espectador e a imagem, acrescenta-se a interatividade endógena que regula o diálogo dos objetos virtuais entre eles, quer sejam bi ou tridimensionais, abstratos ou de aparência realista"(COUCHOT et al., 2003, p. 29). Para Couchot et al. (2003), quando estes dois tipos de interatividades se cruzam, as relações entre espectador e imagem, e mais geralmente entre homem e máquina, tornam-se muito diferentes, pois enriquecem consideravelmente o diálogo.

Em seu artigo *Aspectos estruturais e ontogênicos da interatividade* Tavares (2011) discorre sobre três autores que propõem diferentes modos de interatividade e traça uma relação entre eles: Ascott, com a interatividade trivial e não-trivial; Holtz-Bonneau, com as interatividades de seleção e de conteúdo; e Marie-Hélène Tramus que propõe as interatividades simulada e real. Para Tavares (2011), em termos gerais, nas interatividade trivial, de seleção ou simulada, o receptor atualiza apenas o potencial de escolhas embutido na obra, enquanto na interatividade não-trivial, na de conteúdo ou real, o receptor pode enriquecer e transformar a informação que circula ou que está estocada nos terminais.

Giannetti (2006 apud SOUZA; FRANCO, 2012, p. 532) destaca três tipos de interatividades provenientes da comunicação homem-máquina: a partir de um sistema mediador, onde ocorrem reações pontuais e simples; de um sistema reativo, onde o usuário tem acesso multidirecional ao conteúdo a partir de possibilidades limitadas pela programação e definição do sistema; e de um sistema interativo de fato, onde o interator passa à função de emissor de informação, podendo intervir, manipular e gerar novos conteúdos.

No que tange à interatividade em ambientes informáticos Primo (2000) sugere que há dois tipos de interação: reativa e mútua. Sendo que, os sistemas reativos se fecham na ação e reação. Enquanto um pólo age, o outro reage. E, uma vez estabelecida a hierarquia, ela passa a ser repetida em cada interação. Trazendo para o campo da arte e tecnologia, Tavares (2011) explica que na interatividade reativa se evidencia um processo de realimentação circular. O *feedback* reativo entre obra e receptor se manifesta, ao atualizar, por meio de *inputs*, as opções de escolha já predeterminadas e sugeridas pela obra, que se encontram armazenadas em memória. Sendo assim, podemos adaptar as palavras de Primo (2000) ao nosso contexto: o espectador age em um obra de arte reativa apenas nos limites planejados pelo artista. Além disso, Primo (2000) destaca que a interação mútua não se define apenas pela simples troca ou intercâmbio. Ela vai além da

ação de um e da reação de outro. Este automatismo dá lugar a uma complexidade de relações que ocorrem entre os interagentes, onde os comportamentos de um afeta os do outro. Vai além do *input* determinado e único, já que a interação mútua leva em conta uma complexidade global de comportamentos, além de contextos sociais, físicos, culturais, temporais, entre outras coisas.

2.2 ARTE COMPUTACIONAL

Boone (2013, p. 36) afirma que arte computacional é toda arte produzida através de sistemas computacionais e que, conseqüentemente, necessita de um computador para a sua existência. Venturelli (2011, p. 132) corrobora com esta ideia ao afirmar que para ser considerado um trabalho artístico de arte computacional, ele deve ser projetado para executar processos computacionais, ou seja, realizar entradas e saídas de dados, seguindo regras formais, ou algoritmos. Em seu artigo *Interatividade computacional*, ela afirma ainda que

toda obra de arte computacional contém os seguintes elementos descritivos: 1) é definida como arte pelo meio; 2) é obrigatoriamente executada em um computador; 3) é interativa; e 4) é interativa, porque ela é executada em um computador. Os itens 3 e 4 distinguem obras de arte computacional de trabalhos auxiliados por computador. O que significa isso? Significa que a obra é interativa apenas no caso em que as ações do interagente são prescritas antecipadamente, em parte, gerando concomitantemente a obra, mediada pelo processamento computacional. (VENTURELLI, 2011, p. 133)

Partindo desta premissa é possível afirmar que toda obra de arte computacional é interativa e que toda obra de arte interativa pode variar de acordo com o que o fruidor fizer. Isso significa que sua exibição difere de pessoa para pessoa. Segundo Venturelli (2011, p. 139) o fruidor ajuda a gerar e exibir a obra, sendo que o papel do artista é o de criar possibilidades através de variáveis que muitas vezes são parte de algum código executado pelo processo computacional. Lister et al. (2009, p. 21) afirmam que em um nível ideológico, a interatividade tem sido uma das principais características da arte computacional. Sendo que, enquanto a arte tradicional oferece consumo passivo, a arte computacional oferecem interatividade.

Outra característica marcante da arte computacional interativa é a efemeridade. Em seu texto *A humanização das tecnologias pela arte*, Domingues (1997, p. 19) afirma que a arte que se faz com tecnologias interativas tem como pressupostos básicos a mutabilidade, a conectividade, a não-linearidade, a efemeridade e a colaboração. A arte tecnológica interativa, portanto, pressupõe a parceria, o fim das verdades acabadas, do imutável e do linear. Reforçando essa ideia, Venturelli (2004, p. 24) nos diz que "a arte que nasce da união artística e tecnológica é a mais efêmera de todas: a arte do espaço-tempo-movimento. É a arte da ação e do dinamismo". E Semeler (2011,

p. 72) propõe que, em projetos de arte e tecnologia, mesmo que a preocupação com o efêmero não apareça como elemento de primeiro plano, ela é decorrente da obsolescência inerente aos dispositivos tecnológicos utilizados, bem como nos efeitos instantâneos produzidos em tempo real pela ação do espectador.

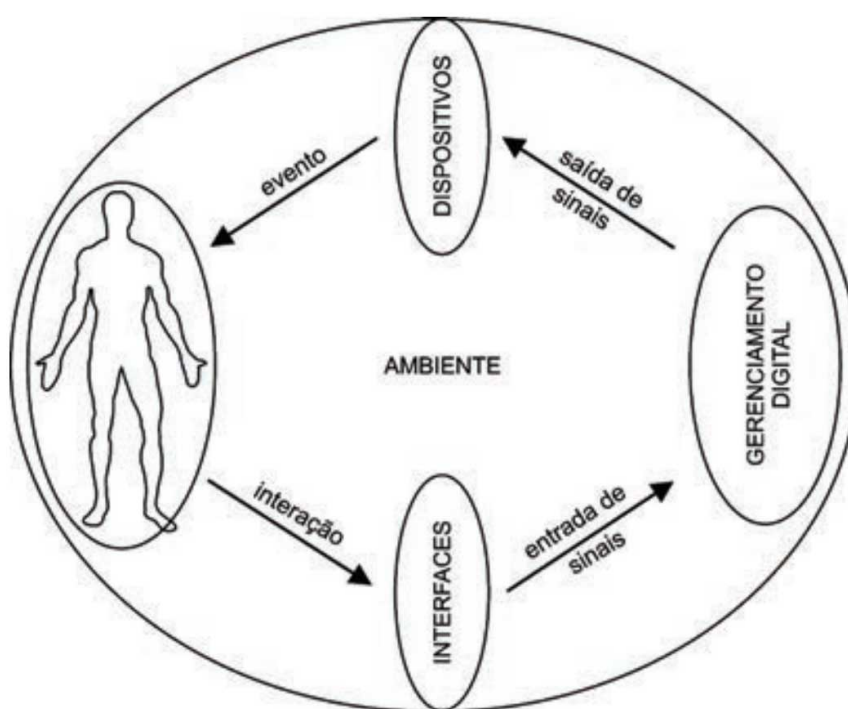
Segundo Rabello (2011, p. 2567) a partir do momento em que a arte se insere no âmbito da tecnociência, o diálogo entre obra e espectador se estabelece não somente sobre a base da linguagem ou da reflexão, mas principalmente de uma maneira prática, à medida em que exige a ação do observador no contexto da obra. Para Lister et al. (2009, p. 22), no contexto da arte computacional, interatividade se refere a capacidade dos usuários de intervir diretamente e alterar a obra. O público da arte computacional se torna um usuário ao invés de um espectador. É necessário que este usuário intervenha ativamente a fim de produzir significado. Essa intervenção, na verdade, acrescenta outros modos de engajamento, como brincar, experimentar e explorar, sob a idéia de interação. Como afirma Campbell (2000), o artista não escreve o lado do espectador da interação, portanto, o usuário pode responder de maneira mais aberta. Assim, provavelmente, os únicos diálogos significativos que ocorrem durante a interação com um trabalho são entre os espectadores e eles mesmos. As respostas do trabalho são, portanto, reflexos alterados das respostas do espectador e por isso as limitações com as quais nos defrontamos neste momento já não são tecnológicas.

2.3 INSTALAÇÕES INTERATIVAS

Para Rosenthal (2003 apud SOGABE, 2011, p. 62) a instalação tem sua origem no envolvimento do espaço na obra e, de acordo com Semeler (2015, p. 1130), vem para romper com a hegemonia absoluta da frontalidade da pintura e com o pedestal da escultura para propor um espaço expandido, penetrável, participativo e ambíguo deslizando entre as fronteiras da materialidade e da imaterialidade. Neste contexto Domingues (1998) relata que o lugar onde o artista expõe a obra é também tratado como material, sendo assim, o espaço é incorporado ao conceito do trabalho. Sogabe (2008, p. 1992) afirma que a instalação sempre se caracteriza pela exploração do espaço pelo público, através de alguns elementos, sejam objetos ou imagens em graus diferenciados de interação com o fruidor. Para Bochio (2010, p. 5), no campo da arte e tecnologia, o conceito de instalação é ampliado para um ambiente onde são criadas situações com dispositivos tecnológicos. "A instalação interativa é um sistema vivo onde o público dialoga fisicamente com um evento que está acontecendo no ambiente, e que se modifica de acordo com as interações do público"(SOGABE, 2011, p. 62).

A figura 1 mostra o esquema de funcionamento de instalações interativas proposto por Sogabe (2011, p. 62). Podemos constatar que no ambiente existem cinco elementos: espaço, público, interfaces, gerenciador digital e dispositivos. Além disso, existem processos que acontecem no tempo, sendo eles, o evento, a interação e o processamento de informações com entrada e saída de sinais.

Figura 1 – Esquema de funcionamento de instalação interativa



Fonte: Sogabe (2011, p. 62)

O espaço sempre deve ser considerado para que a obra seja, de fato, uma instalação. De acordo com Bochio (2010, p. 6), no contexto das instalações interativas, o espaço se torna sensível e os movimentos mais sutis do público são capturados, provocando o diálogo com a imagem. A partir da análise realizada por Sogabe (2011, p. 64) podemos afirmar que um evento é tudo que acontece dentro deste espaço. São as respostas fornecidas pelo sistema computacional que se materializam por meio dos dispositivos. Para Domingues (1998) os dispositivos compõem a cenografia, a ambientação, mas acima de tudo acrescentam elementos internos à própria concepção da obra. Sogabe (2011, p. 62) afirma que a simples presença do público no espaço, através do andar, ou de alguma ação física, pode gerar alterações no ambiente. Essas alterações (ou interações) são controladas por algum sistema computacional, ou como denomina o autor, através de gerenciamento digital, que recebe as informações (entrada de sinais), processa através

de um programa e devolve para o ambiente no formato de informações atualizadas (saída de sinais), provocando um novo ciclo.

Para Sogabe (2011, p. 64) a instalação interativa entende o público como essencial para o acontecimento da obra. O interator se torna um elemento físico presente na instalação e que o artista tem de considerar. Público e interatividade estão intimamente conectados tendo em vista que a interação se manifesta em alguma ação proposta pelo interator. Bochio (2010, p. 6) explica, ainda, que

Em seus deslocamentos pelo espaço, o público constrói uma trama de relações com a obra por aproximação, afastamento, retornos, paradas, transformando o que é percebido por ele. Em instalações interativas, além disso, o público tem a possibilidade de agir e interagir com a situação proposta promovendo modificações nas próprias imagens e sons: há transformações de ordem física e não mais apenas perceptiva – o que caracteriza o termo interativo nas instalações. (BOCHIO, 2010, p. 6)

De acordo com Witt e Vares (2012, p. 199), para que qualquer tipo de interatividade aconteça, é necessária a existência de uma interface, uma tecnologia que propicie a comunicação entre o sistema e o interator. Lévy (2010, p. 37) define interface como sendo "todos os aparatos materiais que permitem a interação entre o universo da informação digital e o mundo ordinário", enquanto Sogabe (2011, p. 66) afirma que "a interface é o aparato físico que capta as ações do público na instalação, a parte sensível do sistema tecnológico". Sogabe (2011, p. 66) relata também que a interface não é apenas um aparato tecnológico, mas está diretamente relacionada à produção da poética da instalação. Witt e Vares (2012, p. 199) destacam que estas interfaces devem sempre evoluir, num sentido em que se tornem cada vez mais próximas ao nosso corpo, tenham um funcionamento simples de aprender, e que, acima de tudo, sejam capazes de atender às necessidades da obra. Para Rabello (2013) a interface permite, através de um canal de mão dupla entre homem e máquina, que a ação do homem, por mais sutil e imperceptível que pareça, seja reconhecida, processada pela máquina e devolvida para o interator. Portanto, as interfaces se tornam um tipo de condutor, estabelecendo a interatividade e convertendo os espectadores em atores dos sistemas. Rabello (2011, p. 2570) afirma que é por meio da interface que a troca de informação e a interação se efetiva, conectando o homem à máquina e engendrando uma atividade intensa, na qual dois mundos até então distintos são intimados a se entrecruzar. A interface provoca uma experiência interativa entre agentes, estabelecendo um novo tipo de relação entre o real e o artificial. Parafraseando Arantes (2004, p. 140) podemos dizer que "é a partir da interface com o interator que a obra pode se manifestar".

2.3.1 O CORPO DO OBSERVADOR NAS INSTALAÇÕES INTERATIVAS

Numa época onde se solicita uma atuação corporal do observador dentro da obra de arte para que esta se atualize ou materialize Sogabe (2007, p. 1582) destaca que a condição do corpo do espectador adquire grande importância, pois, numa visão de um todo sistêmico, este se torna elemento constitutivo da obra. De acordo com Vares (2015, p. 2568) "quando conectado, esse corpo possuirá também alterações em sua espacialidade e fisicalidade, pois através das conexões – onde ocorre o encontro entre o orgânico e o inorgânico – seu corpo será aumentado, ampliado". Chega-se, então, em um momento de diálogo tamanho entre arte, telecomunicações e tecnologia que o público, não mais apenas espectador, passa à posição de interator, explicam Souza e Franco (2012, p. 528).

Sogabe (2007, p. 1585) entende que o diálogo corporal do espectador com a obra sempre existe. Segundo ele, isso ocorre mesmo nas obras de arte mais tradicionais à medida em que o próprio tamanho e a estrutura da obra provocam a aproximação, o afastamento, o andar de um lado ao outro ou o movimentar da cabeça do observador. Diz ainda que

Nas obras mais tradicionais, até antes do modernismo, a postura do observador em geral é sempre de um corpo fixo, quase imóvel, cujos movimentos restringem-se basicamente ao olhar, que percorre a imagem, de acordo com os centros de atenção e composição dos elementos visuais existentes. (SOGABE, 2007, p. 1585)

Segundo Rabello (2013) a inserção do corpo no espaço artístico foi inicialmente proposta pela arte da participação nos anos 1970 e 80. Nesta época já se articulava uma experiência sensorial por meio da ativação dos sentidos em ambientes cinéticos fosse pela utilização de óculos, pela ação de pisar, deitar ou apertar botões. Soares (2013, p. 534) diz que ao se analisar o comportamento corporal do público diante da obra (considerando a mente como parte do corpo), percebe-se que os artistas intencionalmente vem solicitando uma real aproximação do observador em relação à mesma, até que ela passe a existir na condição de que o fruidor não só esteja presente, como faça parte da obra e, ainda, colabore com a sua realização. Nas palavras de Semeler (2015, p. 1140) "o espectador é recrutado por meio da interatividade para que exerça um papel ativo na construção da obra".

Ainda de acordo Rabello (2013) a correlação entre o processo interativo e a experiência estética tornou-se mais evidente com o advento das tecnologias digitais à medida que estas solicitam cada vez mais a ação, a movimentação, a vivência e a conexão do homem com o ambiente virtual, promovendo situações distintas dentro de uma dimensão estética. Para Couchot et al. (2003, p. 37) é possível notar que os dispositivos interativos imaginados pelos artistas

tendem a solicitar a participação do corpo inteiro. Neste contexto, Sogabe (2007, p. 1587) acrescenta que o corpo da obra já não existe independente do corpo do observador e que a tecnologia digital transforma os ambientes das instalações em ambientes onde o espaço projeta-se para dentro de imagens inteligentes, que se atualizam de acordo com cada participante, o qual denomina interator ou interagente.

Vares (2015, p. 2563) afirma que na interatividade o corpo dos usuários é colocado em contato direto com as tecnologias, fazendo trocas com estas através da emissão e recepção de mensagens, desenvolvendo o processo da obra. Nas palavras de Witt e Vares (2012, p. 198), "a interatividade também proporciona uma fricção: a do corpo do usuário, orgânico, com um sistema tecnológico, artificial". Para Vares (2015, p. 2563), neste contexto, a realização da obra não pode ser atribuída apenas ao artista, pois o público irá decidir se empresta ou não o seu corpo ao trabalho. Ela acrescenta que existe uma mudança de paradigma da própria experiência corporal tendo em vista que esses experimentos acontecem publicamente, onde qualquer ação executada pelo interator pode ser vista por outras pessoas presentes no espaço, que podem vir a julgá-lo. Esse fato, pode interferir no próprio desenrolar da obra, fazendo com que o usuário se dedique mais ou menos a participar efetivamente da mesma. Witt e Vares (2012, p. 199) concluem que durante o processo das obras, o corpo do espectador e o sistema tecnológico, são convidados a trabalhar em conjunto para que a proposta artística tenha sucesso. "Afim, é ao corpo que pertencem nossas sensações e percepções, que são justamente os campos afetados por instalações interativas"(WITT; VARES, 2012, p. 199).

3 A LUZ COMO MATERIAL

De acordo com Vega (2007, p. 18) os artistas, em diferentes épocas, se viram inspirados e cativados pela luz, tanto a natural quanto a artificial, e tentaram capturar seu mistério e sua natureza mágica em suas criações. Alguns em particular, como Caravaggio, Vermeer e Monet, buscaram retratar, quase como uma obsessão, a luz e seus efeitos no mundo ao seu redor e, mais recentemente, os artistas contemporâneos vem se utilizando da luz como matéria-prima, realizando manipulações em três dimensões para projetar suas dimensões infinitas.

Para entendermos como se deu, na arte, o uso da luz como material, precisamos compreender o processo de rompimento do pensamento clássico, a mimese, para o romântico, a *poiesis*, afirma Henno (2010, p. 74). Portanto, ainda que o objeto dessa pesquisa seja a luz como meio, faz-se necessário traçar um breve panorama histórico de como a mesma se manifesta ao longo da história da arte. Além disso, dedicaremos parte deste capítulo a explorar obras de artistas contemporâneos que trabalham a luz como material em um contexto de interatividade. E, por fim, vamos buscar compreender o cenário e a importância do cubo preto para exibição desse tipo de obra.

3.1 A LUZ NA HISTÓRIA DA ARTE

De acordo com Henno (2010, p.73) desde os primórdios da humanidade, quando o homem descobria o fogo, a luz sempre desencadeou fascínio. Esse deslumbramento se manifesta de maneiras distintas ao longo da história da arte. Muga (2008) afirma que "a experiência da luz atravessou três paradigmas ao longo da história: o paradigma da luz atributo - a luz venerada; o paradigma da luz efeito - a luz domesticada; e o paradigma da luz causa - a luz instrumentalizada".

Referindo-se à luz venerada, Muga (2008) observa que ela é percebida essencialmente como um atributo dos objetos, uma propriedade que lhes é inerente e não como um resultado da incidência luminosa. De acordo com Arnheim (1996 apud MUGA, 2008) até o renascimento a luz era usada basicamente como um meio de modelar o volume e não enquanto efeito da iluminação. Nesse contexto, o mundo é claro, os objetos são por si só luminosos e as sombras são aplicadas para sugerir rotundidade. Destaca também que, na arte religiosa, os fundos dourados, as auréolas e as línguas de fogo aparecem como atributos brilhantes, representações simbólicas da divindade e não como reflexo da luz. Podemos ver um exemplo destes atributos na figura 2 que mostra a obra *A lamentação* de Giotto de Bondone.

Figura 2 – A lamentação (1305), Giotto de Bondone



Fonte: Muga (2008)

Muga (2008) relata que é a partir do renascimento que o paradigma da luz atributo dá lugar ao da luz efeito. Além disso, conclui que foi mergulhando na *camara oscura* que vários pintores do barroco e do renascimento perseguiram uma representação realista da natureza. E que, graças à ela Leonardo da Vinci desenvolveu o método *chiaroscuro* e o *sfumato*, reforçando a tridimensionalidade e a profundidade da representação, evidenciando, assim, o efeito da luz incidente e das partículas atmosféricas na difusão da luz. Esse estudo, como podemos ver na figura 3, *A virgem dos rochedos* de Leonardo da Vinci, é desenvolvido no seio da escuridão que antes atributo do mal, torna-se aliada para se chegar à luz, afirma Muga (2008).

Figura 3 – *A virgem dos rochedos* (1495-1508), Leonardo da Vinci



Fonte: Muga (2008)

Com o advento da fotografia os pintores precisaram se reinventar. Para Henno (2010, p. 77) "o progresso tecnológico atrelado a fotografia exigiu que os artistas deslocassem o hábito descritivo da mimesis para um desenvolvimento interno de sua criatividade". Voltando a Muga (2008), a fotografia influenciou os impressionistas a saírem do ateliês e procurarem no interior do globo ocular a percepção de uma natureza que, a cada mutação de luz, mudava de aspecto e de verdade. Segundo Gombrich (1995 apud MUGA, 2008) Édouard Manet e seus seguidores descobriram que "ao olharmos a natureza ao ar livre e à plena luz do dia, as formas redondas parecem planas, e não vemos os objetos cada um com a sua cor própria, mas uma mistura brilhante de matizes que se combinam nos nossos olhos".

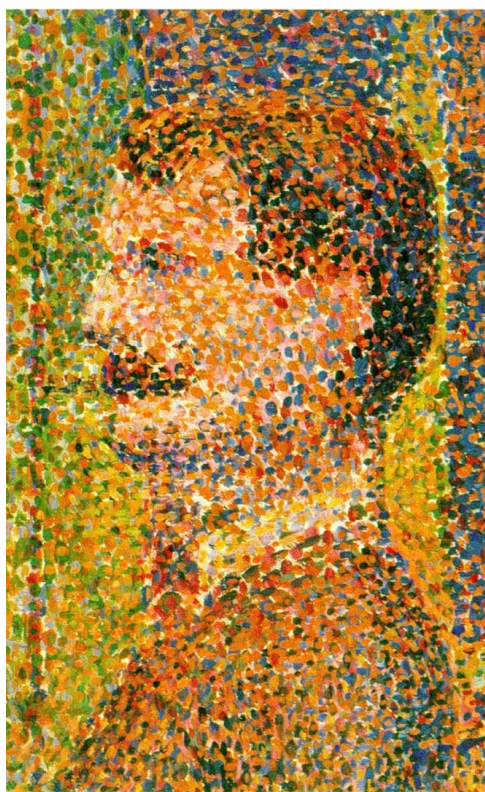
De acordo com Henno (2010, p. 78) foi apoiado no preceito de que a cor se mistura no olho e não na paleta que Seurat aplicava pontos de cor na tela, em locais estratégicos, a fim de que a mistura desses pontos, a partir de uma distância apropriada, fossem vistos como uma única cor pelo observador. Na figura 4 podemos ver a obra *La Parede* do artista e na figura 5 um detalhe ampliado desta mesma obra, que nos faz perceber como a mesma é constituída.

Figura 4 – *La Parade* (1887-88), Georges Seurat



Fonte: Henno (2010, p.79)

Figura 5 – *La Parade* (1887-88) - detalhe ampliado, Georges Seurat

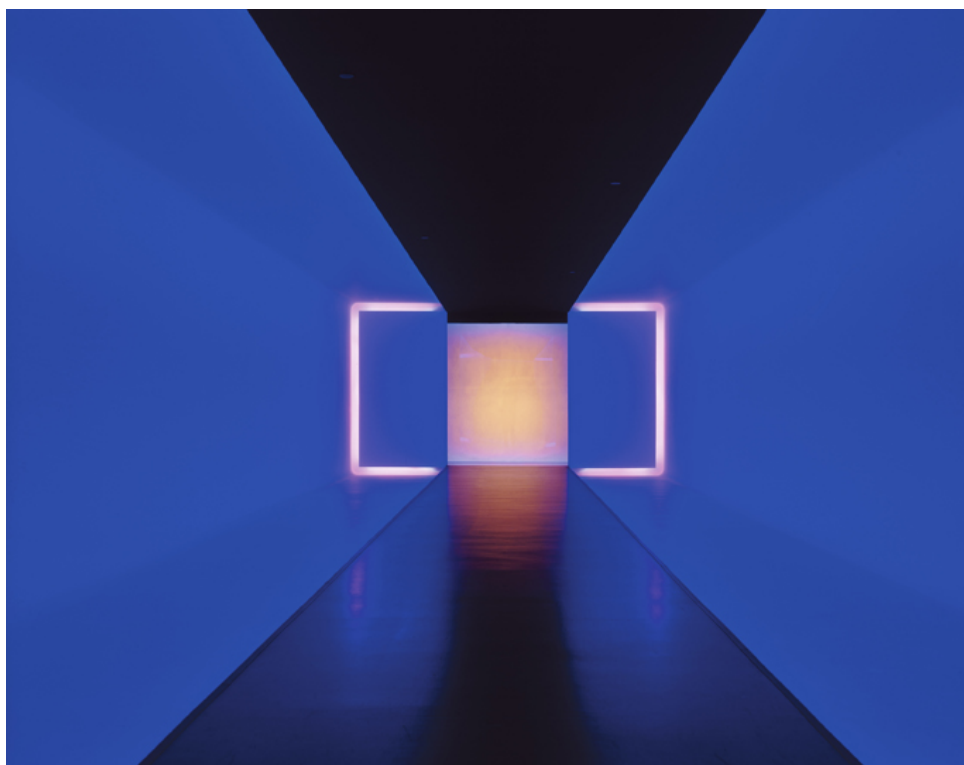


Fonte: Henno (2010, p.79)

Para Muga (2008), depois de ocupar o lugar de atributo brilhante e de efeito de iluminação, ao longo do século XX, a luz se torna um meio. Segundo Azevedo (2005, p. 1) a função da luz não é mais somente de iluminar, de tornar visível uma obra ou um objeto, ou o mero reflexo dos seus efeitos suspensos no espaço. A luz passa a ser tratada como objeto ou material. Na perspectiva da arte contemporânea, se vê que, em muitas obras, a luz passa à matéria. Vega (2007, p. 23) afirma que, atualmente, muitos artistas exploram as possibilidades da luz artificial, trabalhando com mescla de materiais e diversos tipos de fontes de luz. Brandi (2015, p. 50) destaca que "alguns artistas e movimentos estéticos estão fortemente relacionados com a linguagem da luz, mesmo quando não a utilizam como objeto central da obra".

James Turrell, por exemplo, foi pioneiro de uma nova preocupação com os fenômenos do espaço e da luz. Em seus primeiros trabalhos investigou os efeitos da luz artificial. Ele também desenvolveu várias instalações que aumentaram a relação entre a luz e a estrutura arquitetônica. Em conversa com Adcock (1990, p. 114), ele relata que uma das dificuldades de usar a luz é que ainda não é tradição utilizá-la em nossa cultura. Por outro lado, não é mais incomum usá-la do que usar pedra, argila, aço ou tinta. O artista declara seu interesse em trabalhar a luz como material, mas não luz em vidro, fibra de vidro ou acrílico, e sim no próprio espaço e nas qualidades do espaço, fazendo luz sem a forma física tradicional. Ele nos traz também que há uma rica tradição na pintura do trabalho sobre a luz, mas que isso de fato não é luz - é o registro da visão. Na figura 6 podemos ver sua obra intitulada *The light inside* que transforma as paredes de um túnel em vasos para a condução da luz e nos dá uma ideia da dimensão na qual o artista trabalha este material.

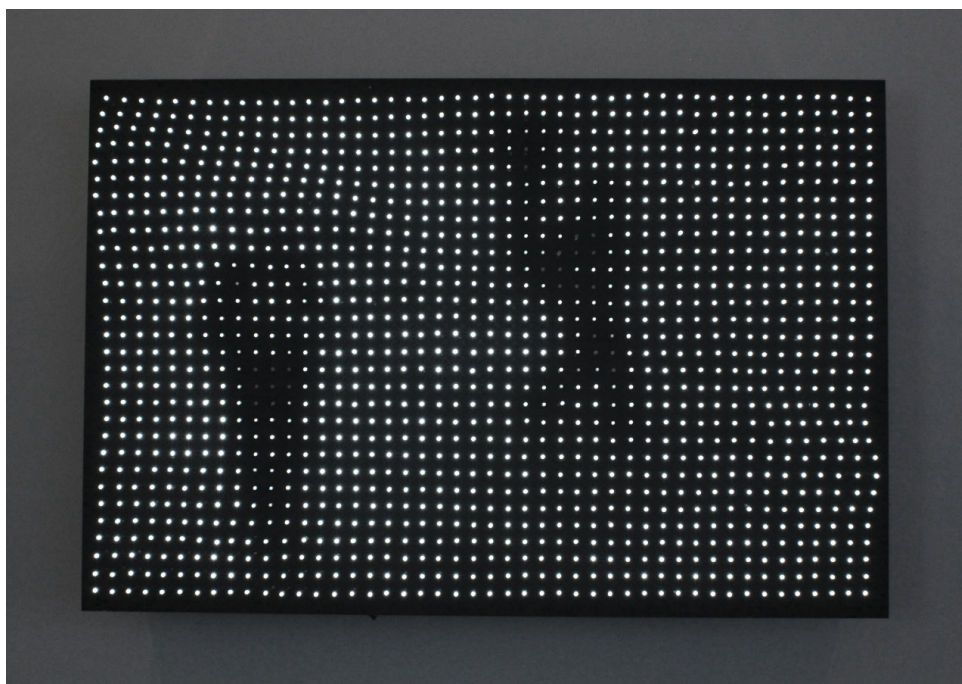
Figura 6 – *The light inside* (1999), James Turrell



Fonte: Disponível em: <<http://jamesturrell.com/work/thelightinside/>>. Acesso em: 18 jun. 2018

Já o trabalho de Jim Campbell chama à atenção pela antítese presente em suas obras. Em um vídeo produzido pela KQED (2015), o artista constata que em um mundo de alta definição e telas cada vez mais finas usa tecnologia para produzir o contrário: imagens borradas e em baixa resolução em painéis tridimensionais. Não há projeção. Essas vídeo-esculturas (figura 7) são compostas por grades de LEDs que atuam como uma televisão de pixels desconstruída. De perto, as luzes piscam de maneira desordenada, sendo apenas uma constelação de pontos brilhantes sem muito significado. A peça só começa a se revelar quando o espectador se afasta, tornando-se primeiro uma uma onda sincronizada de luzes em movimento depois se transformando em imagens de crianças brincando ou homens e mulheres caminhando.

Figura 7 – *Light Topography Wave* (2014), Jim Campbell



Fonte: Disponível em: <<https://design-milk.com/pixelated-led-art-jim-campbell/>>. Acesso em: 22 mar. 2018

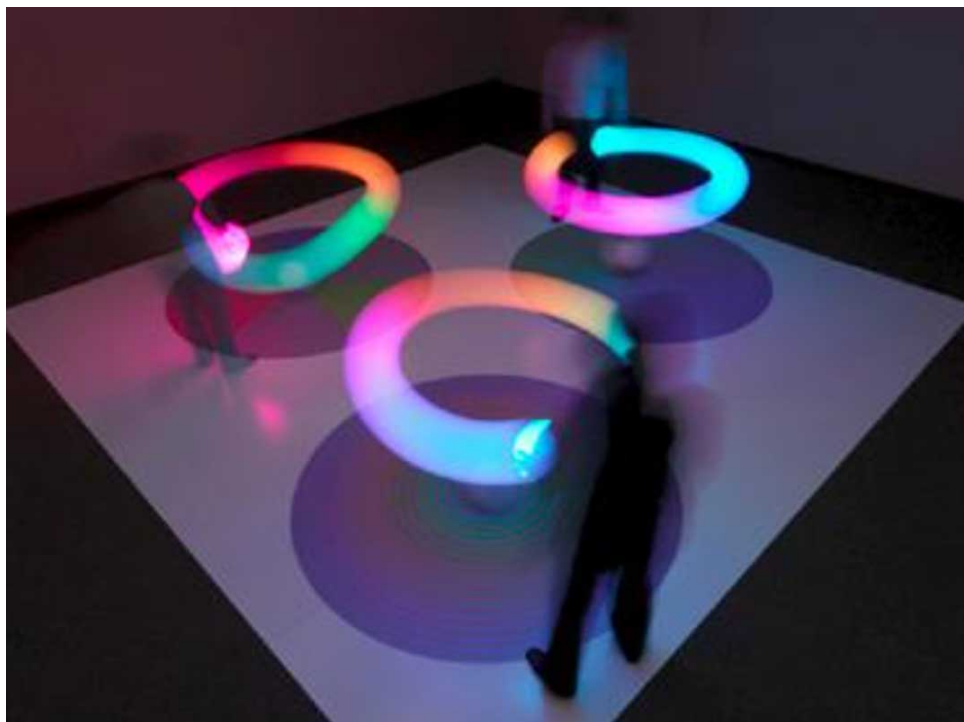
3.2 LUZ E INTERATIVIDADE

Henno (2010, p. 73) afirma que, aliado ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, o homem de hoje tem condições de gerar e projetar a luz artificialmente ao invés de se restringir aos meios naturais. E que, ao se apropriar da luz, o homem controla as emissões cromáticas a ela vinculadas, a partir de filtros ou de dispositivos tecnológicos específicos. Além disso, relata que o artista de hoje dispõe de ferramentas que lhe possibilitam projetar através da luz. E, dessa forma, no caso da luz como fonte de emissão ou projeção, o artista controla os dispositivos de luz, trabalhando poeticamente no momento em que confere um sentido à sua obra. Com o passar dos anos, os limites destes dispositivos se dissipam o que permite a interação homem e luz cada vez mais próxima. O reflexo dessa relação cada vez maior com os dispositivos técnicos, propicia uma abertura crescente da obra: o artista pode trabalhar em conjunto com o espectador na construção de seu sentido.

Um bom exemplo desta interação é a obra *Optone* (figura 8), de autoria do designer Tsutomu Mutoh, que de acordo com Henno (2010, p. 115), usa um objeto com um eixo vertical que, em seu topo, possui uma cúpula contendo LEDs que se iluminam a partir do movimento

aplicado pelo interator. Devido a seu peso e à ação da gravidade, a cúpula, pode ser movimentada sem que a base perca o contato com o solo. Assim, movimentos de rotação e balanço feitos por quem interage com o objeto são detectados por sensores, acionando os LEDs que estão dentro da cúpula. Ambos os dispositivos estão vinculados a um *software*, desenvolvido pelo autor, que associa uma cor às coordenadas pelas quais a cúpula passa.

Figura 8 – *Optone* (2009), Tsutomu Mutoh



Fonte: Henno (2010, p. 115)

Outro artista cuja obra é relevante no contexto deste trabalho e que, além da luz, explora a perspectiva da arte computacional, é o japonês Takahito Matsuo que, segundo Soares (2013, p. 5), cria mundos interativos de fantasia e de luz que fazem parte de uma estética enigmática, misturando som e luz perante os movimentos do observador. Seu trabalho destaca as diferentes gradações de luz e sombra que contrastando mostram um mundo de fantasia e imaginação. Em *Fantasia Aquáticas Iluminadas* (figura 9), a exploração através de luz, projeções, arquitetura e interações humanas é fortemente encorajada. À medida que os visitantes se aproximam das paredes, se movimentam e se afastam, o número e a frequência das medusas aumentam e diminuem. As formas orgânicas e a brilhante paleta de azúis criam um mundo subaquático surreal, onde movimentos lúdicos e interações com o espaço arquitetônico resultam em uma comunicação não dita entre artista e participante.

Figura 9 – *Fantasia Aquáticas Iluminadas* (2009), Takahito Matsuo



Fonte: Soares (2013)

3.3 O CUBO PRETO

O cubo branco tende a não ser o cenário ideal para exibição de obras que tem a luz como material. Soares (2013, p. 40), afirma que "a maioria dos autores que trabalham com arte e tecnologia procuram o espaço do cubo preto como espaço expositivo. Neste espaço o que interessa é um novo ver, um espanto com a imagem". Diz ainda que o nome cubo preto para este tipo de exposição surge em contraposição ao cubo branco, criado por Brian O'Doherty, num ensaio publicado pela revista Artforum em 1976, fazendo alusão ao espaço das galerias de arte, com paredes brancas, sem janelas isolando o espectador num meio aparentemente atemporal. A ideia do cubo preto surge como ambiente ideal para propagação da luz e é também uma forma de imersão no interior da mente do artista.

De acordo com Sogabe (2011, p. 63) quando pensamos em instalações interativas, temos a lembrança de uma sala fechada e escura. Ele diz que essa condição está relacionada ao tipo de projetores de imagens existentes em uma época, com baixa luminosidade e que necessitavam de escuridão para apresentarem imagens nítidas. O autor afirma que, atualmente, essa condição já não é obrigatória, pois temos projetores de alta luminância, que podem funcionar em ambientes totalmente iluminados. Conclui então que, pela melhora dos equipamentos, o ambiente escuro passa a ser uma opção e não uma condição necessária. Ainda que isso possa ser verdade no que tange à imagem projetada, quando se trata da luz como fonte de emissão não se pode dizer o mesmo. Henno (2010, p. 125) afirma que quando há pouca ou nenhuma luminosidade,

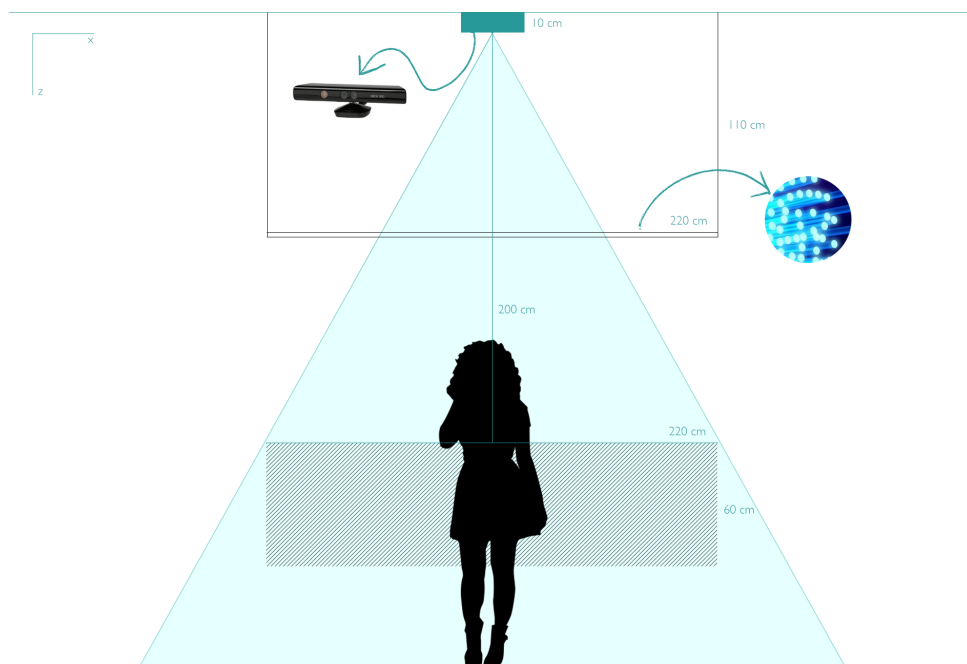
a intensidade das cores é maior e mais perceptível devido ao contraste com a escuridão. E, além disso, o contraste da cor como informação luminosa em face da escuridão estabelece comunicação com o observador seduzindo-o pelos sentidos que tal cor suscita.

4 COMPOSIÇÃO DA OBRA

Dentre os componentes da instalação interativa proposta neste trabalho, podemos destacar a interface, representada pelo sensor Microsoft Kinect, que parece invisível dado que o interator precisa apenas estar com o seu corpo presente no espaço para que a obra se materialize; o gerenciamento digital que é feito através de um computador e da utilização de *Processing* para execução e manutenção do programa; e, por fim, o dispositivo de saída de dados, aqui representado por uma composição entre a malha de LEDs e o Arduino, traduzindo informação em luz.

Devido ao recurso de capturar objetos e movimentos no espaço, optou-se pelo uso do sensor Microsoft Kinect que, conectado a um computador, é responsável por captar a área onde os espectadores se encontram. Integrando-o a uma placa Arduino é possível controlar uma série de LEDs, dispostos em uma grade pendente ao teto. Cada LED possui cabos de fibra ótica *side light* (com emissão de luz lateral) conectados à ele que se iluminam conforme os espectadores caminham sob a grade. Na figura 10 podemos ver um esquema de montagem da obra, sendo que, o sensor Kinect fica preso junto ao teto, a grade com os LEDs se encontra abaixo, a pouco mais de um metro de distância, deixando espaço suficiente para os espectadores transitarem.

Figura 10 – Esquema de montagem da obra.



Fonte: Elaborada pela autora

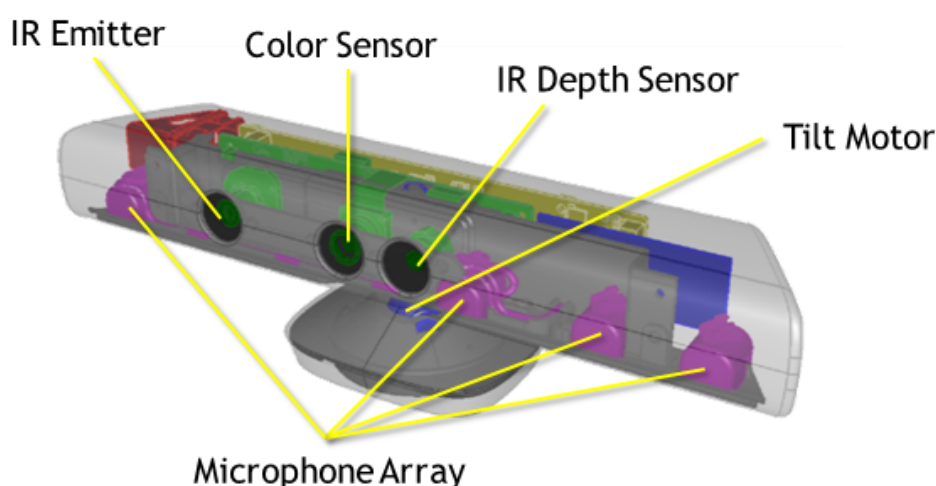
A seguir veremos um detalhamento dos componentes e nos aprofundaremos sobre o

papel de cada um deles neste trabalho.

4.1 MICROSOFT KINECT

O sensor Kinect é um dispositivo lançado em 4 de Novembro de 2010 como um acessório do console Xbox 360 da Microsoft. Orientado, principalmente, a indústria de jogos, foi criado para servir como uma forma de interação entre o utilizador e o console Xbox 360 através de gestos e comandos de voz. De acordo com a Microsoft (2018), em sua primeira versão, é capaz de capturar imagens com 640x480 pixels a 30 fps. O aparelho é formado por um sensor de profundidade, uma câmera RGB, um acelerómetro, um motor e uma série de 4 microfones. Na figura 11 podemos ver a posição de cada um destes componentes no dispositivo.

Figura 11 – Componentes do sensor Kinect



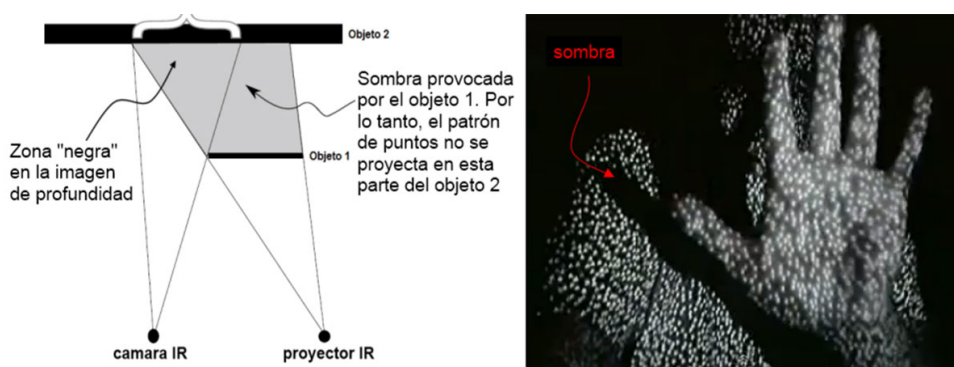
Fonte: Microsoft (2018)

Dentre seus componentes, o que mais nos interessa no contexto deste trabalho, é o sensor de profundidade. Ashley e Webb (2012) afirmam que a produção de dados tridimensionais é a principal função do Kinect. Ele difere de qualquer outro dispositivo de entrada justamente porque provê uma terceira dimensão e, para tanto, se utiliza de um emissor e uma câmera de infravermelho. Segundo Lucero (2012) o emissor de infravermelhos projeta um padrão estruturado de luz infravermelha, enquanto a câmera lê esses raios e interpreta a deformação da projeção, convertendo essa informação em valores de profundidade e, consequentemente, medindo a distância entre o objeto e o sensor. De acordo com Correia (2013) estas medidas baseiam-se em triangulação tendo em conta o emissor, a câmera e as posições dos pixels no cenário. A profundidade é codificada numa escala de cinzas. Quanto mais escuro o pixel,

mais próximo do sensor está esse ponto no espaço. Sendo que, pixels pretos indicam que não existe informação de profundidade. Isto ocorre no caso dos pontos estarem muito longe, impossibilitando a sua captura, no caso de estarem numa área onde não haja pontos do emissor de infravermelhos, no caso de o objeto refletir mal a luz infravermelha ou, finalmente, no caso de os pontos estarem muito próximos do sensor, uma vez que o campo de visão do Kinect é limitado em cerca de 80 centímetros a 4 metros.

Considerando as limitações do sensor Kinect, a que mais impactou este projeto é causada pela própria natureza da luz projetada pelo sensor. A luz emitida pelo projetor de infravermelho, ao se deparar com um objeto, gera uma sombra em outro que esteja numa distância maior. Segundo Lucero (2012) o resultado é que não se pode determinar a profundidade em zonas afetadas por estas sombras, como pode ser visto na figura 12. Dessa forma, estas sombras criam zonas negras na imagem de profundidade, ou seja, pixels com valor zero. O impacto gerado aqui é devido à malha de LEDs se encontrar entre o sensor Kinect e o espectador. A malha projeta uma sombra, criando pontos onde o espectador pode não ser percebido. Mais detalhes sobre essa questão serão vistos na seção 4.4 MALHA DE LEDS.

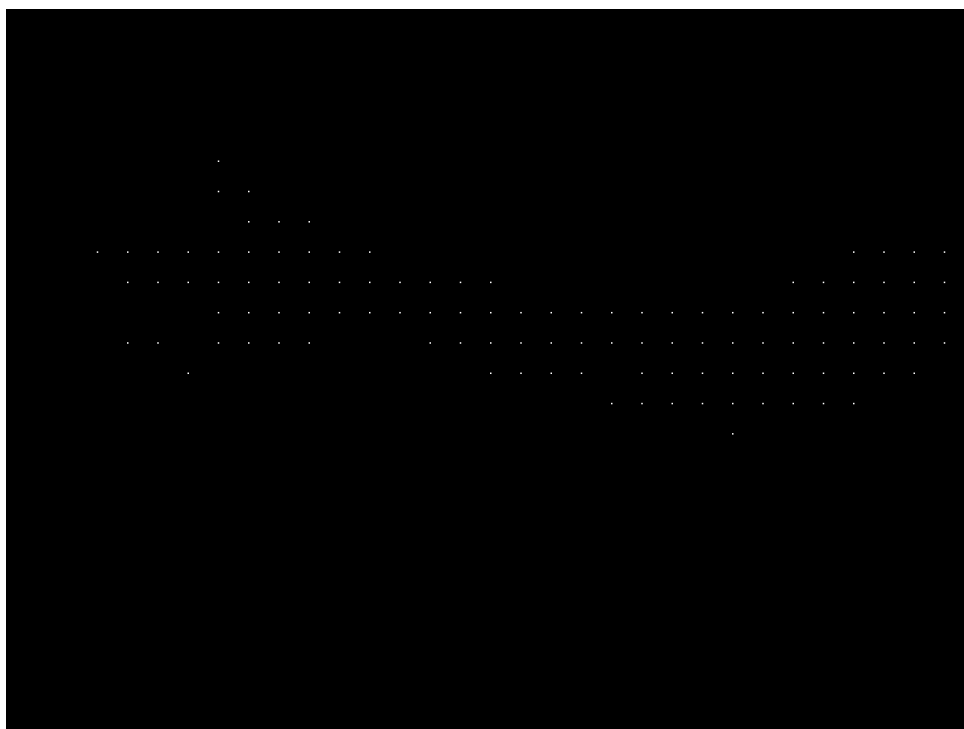
Figura 12 – Efeito das sombras no sensor Kinect



Fonte: Lucero (2012)

O Microsoft Kinect atua como interface da instalação interativa proposta neste trabalho, sendo utilizado como fonte de entrada (*input*) de dados para mapear o ambiente tridimensional. A figura 13 mostra um exemplo de imagem criada a partir dos dados capturados pelo sensor. Cada ponto branco apresentado na figura representa um LED aceso na estrutura física, enquanto a área em preto demarca os intervalos entre os mesmos. Não há distinção, na imagem, entre estes intervalos e os LEDs apagados.

Figura 13 – Imagem gerada a partir das informações capturadas pelo sensor Kinect.



Fonte: Captura de tela de imagem gerada pelo sensor Kinect

4.2 PROCESSING

De acordo com Santos et al. (2008, p. 115) Processing é a primeira ferramenta criada para artistas por artistas e o seu desenvolvimento foi iniciado no MIT Media Lab por dois estudantes de graduação: Casey Reas e Benjamin Fry. Segundo informações contidas no site oficial do projeto Processing (2018) é uma plataforma e uma linguagem de programação de código aberto (*open source*) para prototipação de *software* dentro do contexto das artes visuais. Disponível desde 2001, a Processing promoveu a alfabetização em *software* dentro das artes visuais e a alfabetização visual dentro da tecnologia. Há dezenas de milhares de estudantes, artistas, designers, pesquisadores e amadores que usam Processing para aprender e criar protótipos.

O gerenciamento digital da obra é realizado através de um computador que executa um programa escrito em Processing, interpretando as informações fornecidas pelo Kinect e gerando uma imagem bidimensional que, mais tarde, é transferida para o Arduino e reproduzida na estrutura de LEDs.

4.3 ARDUINO

Para compreender o que é e para que serve o Arduino, podemos analisar a descrição presente no *site* oficial do projeto:

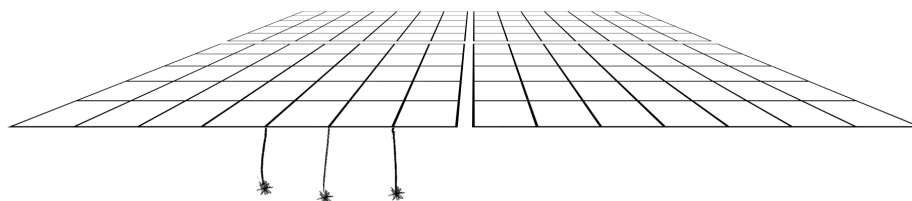
Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre e de placa única. O objetivo do projeto é criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de usar. Placas arduino são capazes de ler uma entrada como a luz em um sensor, um dedo pressionando um botão ou uma mensagem do Twitter e transformá-la em uma saída como ativar um motor, ligar um LED ou publicar alguma coisa na internet, por exemplo. É possível dizer à placa o que fazer enviando uma série de instruções ao microcontrolador. Para isso é necessário utilizar a linguagem de programação do Arduino (baseada em Wiring) e o seu software (IDE - *Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), baseada em Processing (ARDUINO, 2018).

Neste trabalho o Arduino foi utilizado para controlar os circuitos da malha de LEDs (saída ou *output*) recebendo as informações mapeadas pelo sensor Kinect (entrada ou *input*). Cada LED precisa ser controlado individualmente, por isso, à princípio, optou-se pela utilização do Arduino Mega que possui 54 entradas/saídas digitais, sendo a placa disponível com o maior número de entradas/saídas. Ainda se encontra em definição a maneira como o trabalho será escalado para atingir as dimensões propostas na próxima sessão deste capítulo. Considera-se a possibilidade de utilizar mais de uma placa Arduino, circuitos multiplexadores - que permitem que em uma única porta sejam conectados mais de um LED -, ou ainda, a construção de uma placa sob medida.

4.4 MALHA DE LEDS

A malha delimita o espaço da instalação. Será construída uma grade de LEDs formada por quatro módulos de 120 x 80 cm, constituindo uma área total de 2,4 x 1,6 metros onde o espectador pode interagir com a obra. As grades possuem intersecções a cada 20 centímetros, em ambos os sentidos, e cada intersecção possui um LED preso à ela. Na figura 14 podemos ver um esquema dessa grade, sendo que, são apresentados exemplos de apenas 3 LEDs para não poluir o esquema.

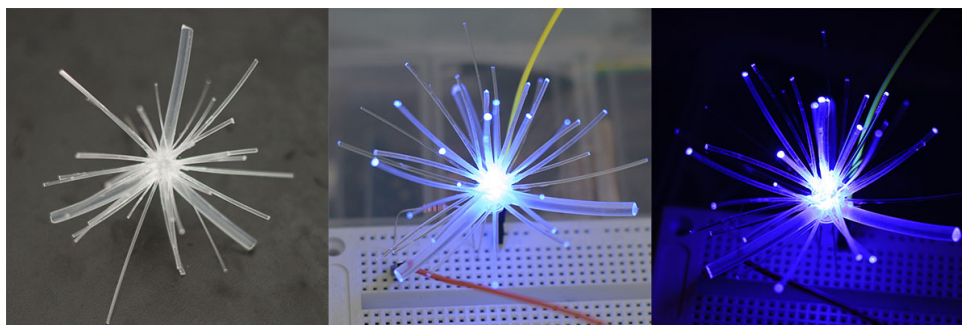
Figura 14 – Esquema da malha de LEDs



Fonte: Elaborada pela autora

Cada LED representa um ponto da imagem processada pelo sistema computacional e conta com fios de fibra ótica, com emissão de luz lateral, de várias espessuras presos em sua extremidade. Quando o LED acender, a partir da interação com o usuário, a luz será transmitida pela fibra ótica, gerando se transformando em vários pontos iluminados. Na figura 15 podemos ver o exemplo de um desses LEDs, sendo que, no primeiro quadro o LED é exibido apagado, no segundo aceso em ambiente com alta luminosidade e, por fim, no terceiro quadro, aceso em ambiente com baixa luminosidade.

Figura 15 – LED com fibra ótica em diferentes condições de luminosidade

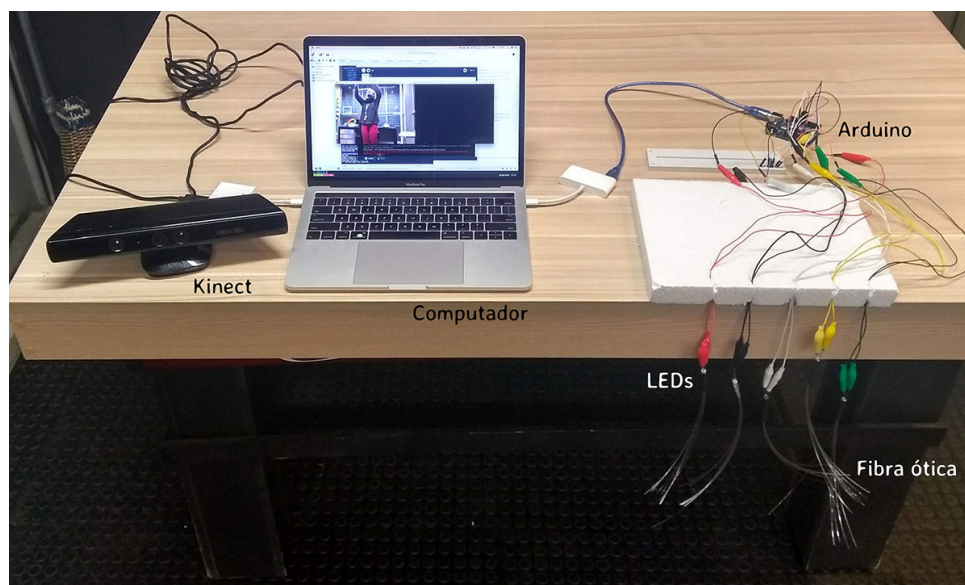


Fonte: Elaborada pela autora

4.5 PROTÓTIPO

Para validar o projeto foi construído um protótipo que conta com o Microsoft Kinect, um computador, um Arduino e 5 LEDs conectados à ele conforme pode ser visto na figura 16. Através da utilização de duas bibliotecas, *Open Kinect for Processing* e Arduino (Firmata), foi possível construir um *script* que controla os dispositivos de entrada e saída de forma integrada, causando assim o acender e apagar dos LEDs de acordo com a presença do espectador.

Figura 16 – Componentes do protótipo



Fonte: Elaborada pela autora

Na figura 17 podemos ver uma amostra do protótipo sendo executado em um ambiente com baixa luminosidade, o que reforça a escolha do cubo preto como sendo o melhor cenário para exibição desse trabalho.

Figura 17 – Protótipo em ambiente com baixa luminosidade



Fonte: Elaborada pela autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No âmbito deste trabalho, a aplicação da tecnologia e a utilização artística da luz, levou-me à construção de objetos que emanam luz e que, conectados, se completam com a presença do observador. São colocados num espaço com um percurso indefinido, mas com área limitada. Dentro desta área o observador é convidado a explorar seus movimentos e percepções. A experiência confirma a luz como material plástico essencial e a tecnologia como meio para sua execução.

O trabalho realizado aqui é uma amostra da potencialidade do uso da tecnologia na arte e serve como ponto de partida para pesquisas futuras mais aprofundadas.

REFERÊNCIAS

ADCOCK, Craig. **James Turrell: The art of light and space**. Berkeley, Califórnia: University of California Press, 1990.

ARANTES, Priscila. Ciberespaço e estética midiática: tempo, espaço e interconexão. In: **Conexão – Comunicação e Cultura**. Caxias do Sul: UCS, 2004. v. 3, n. 6, p. 129 – 142. Disponível em: <<http://ucs.br/etc/revistas/index.php/conexao/article/view/93>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

ARDUINO. **What is Arduino?** 2018. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 07 maio 2018.

ASHLEY, James; WEBB, Jarrett. **Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK**. 1. ed. New York: Apress, 2012.

AZEVEDO, Maria Isabel da Fonseca e Castro Moreira. **A Luz como Material Plástico**. Tese (Doutorado) — Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, 2005. Disponível em: <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/1261/1/2009000678.pdf>>. Acesso em: 03. jun. 2018.

BOCHIO, Alessandra Lucia. **As imagens ds instalações interativas: uma abordagem sobre os modelos de solicitar a participação do público na obra de arte**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/86934>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

BOONE, Silvana. **O efêmero tecnológico e a ausência da arte computacional nos acervos brasileiros**. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, Instituto de Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/83713>>. Acesso em: 20 mar. de 2018.

BRANDI, Mirella. A linguagem autônoma da luz como arte performativa: a alteração perceptiva através da luz e seu conteúdo narrativo. **Revista sala preta**, v. 15, n. 2, p. 47–58, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/salapreta/article/view/102683>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

CAETANO, Alexandra Cristina Moreira. Processos artísticos em interfaces computacionais. In: **Anais do 18º Encontro Nacional da ANPAP**. Salvador: [s.n.], 2009. p. 53 – 68. Disponível em: <http://anpap.org.br/anais/2009/pdf/cpa/alexandra_cristina_moreira_caetano.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

CAETANO, Alexandra Cristina Moreira. **Interface: processos criativos em arte computacional**. Dissertação (Mestrado) — Departamento de Artes Visuais, Instituto de Artes, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio.unb.br/handle/10482/7172>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

CAMPBELL, Jim. Delusions of dialogue: Control and choice in interactive art. **Leonardo**, The MIT Press, v. 33, n. 2, p. 133 – 136, 2000.

CORREIA, Miguel Medeiros. **Reconhecimento de Elementos Gestuais com Kinect**. Dissertação (Preparação de Mestrado) — Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2013. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~ee06160/thesis/wp-content/uploads/2013/03/RelatorioPDI_MiguelCorreia_ee06160.pdf>. Acesso em: 02 maio 2018.

COUCHOT, Edmond; TRAMUS, Marie-Hélène; BRET, Michel. A segunda interatividade. em direção a novas práticas artísticas. In: DOMINGUES, Diana (Org.). **A arte e vida do século XXI**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. p. 27 – 38.

DOMINGUES, Diana. A humanização das tecnologias pela arte. In: **A arte no século XXI: A humanização das tecnologias**. São Paulo: Editoria Unesp, 1997.

_____. As instalações multimídia como espaços de dados em sinestesia. In: FECHINE, Yvana; OLIVEIRA, Ana Claudia de (Orgs.). **Imagens técnicas**. São Paulo: Hacker Editores, 1998.

FRECHIANI, Jamile Bravin. Da contemplação à interação: possibilidades de articulações com o espectador. **II Colóquio de Artes e Pesquisa do PPGA/UFES**, v. 1, n. 1, p. 91 – 101, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/colartes/article/view/7735/5435>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

HENNO, Juliana Harrison. **A cor como fonte luminosa e a inserção do receptor**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, Escola de Comunicação e Artes, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27159/tde-30062011-171847/pt-br.php>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

KQED. **Jim Campbell's LED Images Swim Through Space**. 2015. Disponível em: <<https://www.kqed.org/arts/11086747/watch-jim-campbells-led-images-swimming-through-space>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LISTER, Martin; DOVEY, Jon; GIDDINGS, Seth; GRANT, Iain; KELLY, Kieran. **New Media: a critical introduction**. 2. ed. New York: Routledge, 2009.

LUCERO, Fabricio Alexander Córdova. **Detección de robo/abandono de objetos en interiores utilizando cámaras de profundidad**. [S.l.], 2012. 131 p. Disponível em: <<http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20121212FabricioACordovaLucero.pdf>>. Acesso em: 03 jun 2018.

MICROSOFT. **Kinect for Windows Sensor**. 2018. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855355.aspx>>. Acesso em: 02 maio 2018.

MUGA, Henrique António. Paradigmas da luz na percepção e na arte. **Conferência sobre a luz, ESAP**, 2008. Disponível em: <<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0504.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

PLAZA, Julio. Arte e interatividade: Autor - obra - recepção. **Brassilpaissdooofuturoboross**, 1990. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/ars/article/view/2909/3599>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

PRIMO, Alex. Interação mútua e reativa: uma proposta de estudo. **Revista da Famecos**, n. 12, p. 81 – 92, jun. 2000. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/limc/PDFs/int_mutua_reativa.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2018.

PROCESSING. **Processing**. 2018. Disponível em: <<https://processing.org/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

RABELLO, Rafaelle Ribeiro. Espaços utópicos interativos. In: **Anais do 20º Encontro Nacional da ANPAP**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011. p. 2565 – 2578. Disponível em: <http://www.anpap.org.br/anais/2011/pdf/chtca/rafaelle_ribeiro_rabello.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2018.

_____. O corpo como interface na geração de imagens em ambientes interativos. In: **ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**. [s.n.], 2013. v. 7. Disponível em: <<http://artefactum.rafrom.com.br/index.php/artefactum/article/view/218>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

RAHDE, Maria Beatriz Furtado. Leituras iconográficas e pós-modernidade: da criação humana à criação do humano/máquina. **Revista FAMECUS**, n. 11, p. 75 – 83, 1999. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3053/0>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

SANTOS, Bruno N.; MARINHO, Francisco C. C.; BERGAMO, Marília L.; MOTA, Rosilane R. Programação para artistas. In: **SBC - Proceedings of SBGames 2008: Art Design Track**. Belo Horizonte: [s.n.], 2008. p. 115 – 119. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.655.5244&rep=rep1&type=pdf#page=125>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SEMELER, Alberto Marinho Ribas. **Objetos Tecnopoéticos: Transmutações de Imagens do Repulsivo**. Tese (Doutorado em Artes Visuais) — Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, Instituto de Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SEMELER, Alberto Marinho Ribas. Do objeto ao laboratório: a tecnociência e a tecnoinstalação como modos de produção na arte de nossos dias. In: **Anais do 24º Encontro Nacional da ANPAP**. Santa Maria/RS: [s.n.], 2015. p. 1127 – 1144. Disponível em: <http://anpap.org.br/anais/2015/comites/cpa/alberto_semeler.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SOARES, Ana Cristina de Oliveira Fernanda. **A poética da luz na arte contemporânea**. Dissertação (Mestrado em Criação Artística Contemporânea) — Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10773/10340>>. Acesso em: 20 maio 2018.

SOGABE, Milton. O corpo do observador nas artes visuais. In: **Anais do 16º Encontro Nacional da ANPAP**. Florianópolis: [s.n.], 2007. p. 1582 – 1588. Disponível em: <<http://anpap.org.br/anais/2007/2007/artigos/161.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

_____. O espaço das instalações: objeto, imagem e público. In: **Anais do 17º Encontro Nacional da ANPAP**. Florianópolis: [s.n.], 2008. p. 1984 – 1993. Disponível em: <<http://www.anpap.org.br/anais/2008/artigos/180.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

_____. Instalações interativas mediadas pela tecnologia digital: análise e produção. **ARS (São Paulo)**, v. 9, p. 60 – 73, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ars/article/view/52785>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

SOUZA, Fernanda Machado de; FRANCO, Edgar Silveira. Da participação à interatividade: possibilidades colaborativas em arte e tecnologia. In: MONTEIRO, Rosana Horio; ROCHA, Cleomar de Sousa (Orgs.). **Anais do V Seminário Nacional de Pesquisa em Arte e Cultura Visual**. Goiânia/GO: [s.n.], 2012. Disponível em: <https://seminarioculturavisual.fav.ufg.br/up/778/o/2012-59_Da_participac%CC%A7a%CC%83o_a%CC%80_interatividade.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2018.

TAVARES, Monica. Aspectos estruturais e ontogênicos da interatividade. In: **Anais do X COMPOS**. Brasília/DF: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://www.compos.org.br/data/biblioteca_1328.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2018.

VARES, Manoela Freitas. Arte-interatividade e suas relações com o público. In: **Anais do 24º Encontro Nacional da ANPAP**. Santa Maria: [s.n.], 2015. p. 2562 – 2572. Disponível em: <http://anpap.org.br/anais/2015/simposios/s3/manoela_vares.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2018.

VEGA, María Eugenia. La luz como material en la producción artística. **Revista Escenaa**, v. 30, n. 61, p. 17 – 26, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/escena/article/viewFile/8179/7782>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

VENTURELLI, Suzete. **Arte: espaço_tempo_imagem**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.

_____. Interatividade computacional. **Moringa - Artes do Espetáculo**, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 131–139, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/moringa/article/view/9991>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

WITT, Anelise Vieira dos Santos; VARES, Manoela Freitas. Instalações interativas: fricções entre arte x entretenimento. In: **Anais do 21º Encontro Nacional da ANPAP**. Rio de Janeiro: ANPAP, 2012. p. 195 – 206. Disponível em: <http://www.anpap.org.br/anais/2012/pdf/simposio2/anelise_witt_e_manoela_vares.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2018.