

Responsive Architecture in Open Spaces – Interaction between man, object, place and landscape

Arthur Stofella

Universidade Federal de Santa Catarina | Brazil | a.stofella@hotmail.com

Carlos Eduardo Verzola Vaz

Universidade Federal de Santa Catarina | Brazil | cevv00@gmail.com

Abstract

This paper has the purpose to present the results of a research whose intention was to develop interactive elements for the illumination of free spaces seeking an extension of the user's perception in relation to its surroundings, aiming at a direct man-object interaction. The processes of construction of the models and prototypes developed using information and communication technologies (ICTs) are presented, as well as a discussion about how it is possible to integrate the physical and digital environment in order to allow the user to understand the dynamics of space use in different areas of the city, regardless of where you are.

Keywords: Responsiveness; Illumination; Prototype.

INTRODUÇÃO

A maneira como entendemos a arquitetura, seus conceitos e formas de projetar, sempre esteve atrelada ao contexto socioeconômico, cultural e tecnológico de uma época. Deste modo, esta compreensão tem sofrido modificações desde a segunda metade do século XX, sendo possível perceber uma participação cada vez maior de processos digitais no cotidiano da população das cidades. Com a redução de custos deste tipo de tecnologia, a sua utilização passou a ser um costume diário para um número de pessoas que sobe gradativamente com o passar do tempo. Este uso progressivo das tecnologias de comunicação e informação (TICs), segundo Daroda (2012, p. 12), “impulsiona permanentemente as transformações sociais e isto acontece porque todos passam a estar envolvidos com as mudanças impostas por tais tecnologias”.

É neste contexto que os conceitos da arquitetura interativa/responsiva podem ser utilizados como ferramentas para proporcionar outra forma de se tratar a experiência do usuário no espaço urbano, o qual, devido à velocidade que as TICs impuseram ao cotidiano, e nas diversas formas que as pessoas utilizam o espaço público. Este, como conclui Campos (1995), não pode ser mais pensado como um espaço estático, mas sim em constante transformação, conforme a própria sociedade nesta nova realidade contemporânea.

Conforme Daroda (2012), o uso cada vez mais facilitado da internet pelos usuários permite que ocorra uma crescente conexão entre o espaço virtual e físico. Tornando possível criar diariamente ambientes virtuais para reuniões de pessoas com interesses comuns. De modo que a utilização de espaços reais ocorre concomitantemente.

Este vínculo entre as pessoas e o ambiente construído, ao ser pensado com a utilização deste tipo de tecnologia, cria a possibilidade de se projetar espaços arquitetônicos híbridos entre o físico e o digital, surgindo assim novas maneiras de interatividade entre humanos, computadores e o espaço que os rodeia.

Este artigo, portanto, tem como objetivo demonstrar os resultados de uma investigação em direção ao desenvolvimento de um protótipo físico de um elemento de iluminação responsivo à presença de usuários. O trabalho apresenta o processo de construção dos modelos e protótipos desenvolvidos, bem como uma discussão sobre como é possível integrar o ambiente físico e digital de modo a permitir que o usuário compreenda a dinâmica de uso do espaço em diferentes áreas da cidade, independente do local que esteja.

METODOLOGIA

Como foi explicado acima, o objetivo desta pesquisa é desenvolver elementos de iluminação responsivos à presença do usuário. A investigação pode ser definida como sendo de caráter exploratório experimental (Richardson, 1989). A **primeira etapa** do trabalho envolveu um levantamento do referencial teórico sobre arquitetura responsável, sua conceituação e os diferentes sensores e atuadores que são utilizados em projetos que exploram tais conceitos. A **segunda etapa** da pesquisa trata do desenvolvimento de uma família de elementos luminosos que sejam interativos à presença de pessoas segundo diferentes estratégias de captura de informação. A **terceira etapa** relaciona-se à implementação destes elementos em um **protótipo físico/virtual** que visa simular a interação entre usuários e a luz na escala do lugar por meio da criação de um cenário virtual com agentes autônomos (Processing) e a resposta de sinais luminosos a partir de uma placa de controle numérico (Arduino).

ARQUITETURA RESPONSIVA/INTERATIVA

Conforme Stein, Fisher e Otto (2010) os conceitos iniciais desta arquitetura interativa se dão por sinônimos como ambientes responsivos, ambientes inteligentes e de arquitetura inteligente. Entretanto, conforme Fox, M. & Kemp, M., há uma diferença entre um sistema responsável e um interativo. O primeiro é definido como um sistema que precisa de um estímulo externo para poder responder de acordo com a natureza, intensidade ou outras características desse impulso. Enquanto o segundo difere-se de um sistema responsável por existir um diálogo de aprendizado entre usuário e sistema, podendo este ser criado também a partir de diversas interações anteriores (como citado em Maia, S. C., Meyboom, A., 2015).

Um dos primeiros proponentes da utilização deste tipo de tecnologia na arquitetura, Gordon Pask fundamentou a ideia de arquitetura interativa com o conceito de “Teoria da Conversação”, a qual promovia a criação de ambientes que interpretassem as necessidades das pessoas, permitindo que elas as alterassem de forma sem um objetivo específico (Stein et al., 2010). Essa teoria também, segundo Haque (2006, p. 70), “nos dá uma moldura clara para projetar interações nas quais sistemas (humanos, máquinas ou ambientes) podem se engajar na troca construtiva de informações sem depender de uma comunicação perfeita um com o outro”, portanto sendo cada vez mais aplicável atualmente conforme se tenta criar uma relação entre as pessoas e espaços construídos em cidades contemporâneas, onde o uso de TICs é crescente.

Segundo Kolarevic (2009), Cedric Price e Nicholas Negroponte sofreram bastante influência das ideias de Pask. Price foi o primeiro a adotar conceitos da cibernetica e utilizá-los para articular um dos experimentos mais conhecidos para com a arquitetura interativa, o Fun Palace em 1964. Ainda segundo Kolarevic (2009), Negroponte abordou a arquitetura interativa por uma perspectiva de processo de design, ao invés da própria construção, estando entre os primeiros a propor a utilização do computador de forma integrada às construções. Sua intenção foi criar uma máquina arquitetônica que ajudaria a projetar edificações como uma parceira ativa, que fosse capaz de aprender por meio da atividade, de forma a se tornar um colaborador altamente personalizável.

Jaskiewicz (2013) nos diz que, o período entre o final da década de 1970 até o início dos anos 90 foi marcado por uma diminuição do interesse por estes tipos de sistemas, principalmente devido à não existência de uma tecnologia que permitisse que as promessas de uma arquitetura interativa fossem cumpridas. É durante a década de 1990, que se observa o retorno dos conceitos de arquitetura responsável, principalmente pela redução de custo de componentes eletrônicos, do surgimento de novas mídias, expansão da internet e das pesquisas e desenvolvimentos de materiais inteligentes. Também conforme Jaskiewicz (2013), isto permitiu que alguns pesquisadores, como Kas Oosterhuis, que se opunha a utilizar uma abordagem especulativa em relação à Arquitetura Interativa, tornasse seus experimentos bastante práticos. No entanto, em sua maioria, as

abordagens quanto a este tema são tratadas de forma experimental e com escala e escopo bastante limitados. De acordo com Carneiro (2014, p. 82):

Se a arquitetura “não interativa” é entendida como algo fixo e imutável, a arquitetura interativa diferencia-se por ter como característica essencial o processamento de informações captadas por sensores, que controlam elementos dinâmicos específicos (ou atuadores).

A definição dada por este autor permite justificar e definir melhor o conceito e a utilização deste tipo de tecnologia pela arquitetura.

No que se refere aos sensores e atuadores citados anteriormente, os primeiros são dispositivos que são sensíveis à certas formas de energia do ambiente e às informações dos usuários deste meio relacionando-os com uma grandeza física que pode ser mensurada como: temperatura, pressão, aceleração, posição, velocidade, etc. A partir da coleta destes dados pelos sensores, a informação pode então ser enviada a um segundo componente, que, por sua vez, são os mecanismos pelo qual um agente – qualquer coisa que pode perceber seu espaço através de sensores – atua sobre um determinado local. Linus (2012) elabora duas tabelas com os sensores que poderiam ser aplicados à arquitetura. A **Tabela 1** encontram-se os sensores sensíveis à ações dos usuários, sensores de comportamento.

Tabela 1: Sensores de Comportamento. Elaborada a partir da tabela criada por Linus (2012)

Informação	Sensor	Descrição
Movimento	Capacidade de Deslocamento	Grava posição, proximidade, movimento e aceleração de qualquer alvo condutivo
	Detector de Movimento	Quantifica o movimento através do uso de sensores
	Receptor de Deslocamento	Detecta o deslocamento de um dado objeto
	Sensor de Ocupação	Detecta alteração na posição de um objeto
Velocidade	Receptor de Velocidade	Detecta a velocidade do objeto
	Velocímetro de Superfície à Laser	Mede a velocidade e a duração do movimento
	Radar Doppler	Utiliza o efeito Doppler para medir a velocidade
Distância	Telêmetro à Laser	Mede a distância de um objeto com o uso de laser
	Sensor de Proximidade	Detecta a presença de objetos próximos
	Codificador Linear	Grava a posição através de codificação escalar
Calor	Sensor Fotoelétrico	Detecta a distância, ausência ou presença de um objeto via transmissor infravermelho
	Sensor de Fluxo de Calor	Detecta o fluxo de calor e o transforma em sinal elétrico
Toque	Sensor Pizoelétrico	Mede pressão, aceleração, estresse ou força e converte em carga elétrica
	Sensor Tátil	Converte toque, força ou pressão em sinais elétricos
Visual	Sensor de Pixel Ativo	Converte imagens ópticas em sinais elétricos
Som	Microfone de Fibra Óptica	Converte ondas acústicas em sinais elétricos

Enquanto na **Tabela 2** apresenta os sensores que captam a informação oferecida pelos meios naturais como ar, água e energia solar, sensores de ambiente

Tabela 2: Sensores de Ambientes. Elaborada a partir da tabela criada por Linus (2012)

Elemento	Sensor	Descrição
Ar	Medidor de Fluxo de Ar	Mede o fluxo de ar em um determinado espaço
	Anemômetro	Mede a velocidade do vento
	Barômetro	Mede e monitora a pressão atmosférica
	Higrômetro	Mede a umidade do ambiente
	Detector de Gás	Detecta a presença de diferentes tipos de gás
	Termômetro de Quartzo	Mede a temperatura atmosférica
Terreno	Sensor de Domínio de Frequência	Mede a umidade do solo
	Vibrômetro	Mede a vibração da superfície sem manter contato
	Laser Doppler	
	Piezômetro	Mede o nível freático do solo
Solar	Sismômetro	Mede movimentos do solo
	Fotômetro	Mede a intensidade da luz
	Sensor óptico de Posição	Mede a posição de uma fonte de luz em uma superfície sensível
	Infravermelho Passivo	Mede a luz infravermelha irradiada de objetos
	Piranômetro	Mede a irradiação solar em superfícies planas
	Pirômetro	Mede a radiação infravermelha atmosférica
Água	Ultravioleta	Detecta outros tipos de radiação solar
	Sensor de Fluxo	Mede o grau de fluxo do fúido
	Hidofone	Detecta atividade sonar submersa
	Marégrafo	Mede a variação de nível do mar relativa a valores predeterminados
Clima	Hidrômetro	Detecta outros tipos de radiação solar
	Pluviômetro	Mede a quantidade de precipitação líquida
	Sensor de Chuva	Detecta a presença de chuva
Som	Microfone de Fibra Ótica	Converte ondas acústicas em impulsos elétricos
Natureza	Auxanômetro	Mede o crescimento de plantas
Topografia	Inclinômetro	Mede a inclinação do terreno

A utilização deste tipo de tecnologia na arquitetura abre um leque ainda maior de possibilidades para com a experiência e interação entre o usuário e o ambiente construído, trazendo dinamicidade a um espaço anteriormente estático. Como resultado, a arquitetura responsável pode promover uma melhor articulação da arquitetura dentro em uma sociedade em constante transformação e que vivencia a cidade contemporânea,

que deve se caracterizar da seguinte maneira segundo Daroda (2012, p.22).

Densa e mutante por definição, expressa a necessidade de ter espaços capazes de serem praticados e experienciados ao mesmo tempo que sejam capazes de traduzir o comportamento e desejo dos seus usuários, reconhecendo a necessidade de inserção de novos conceitos de uma realidade por vezes virtual.

É através de projetos como Dune que, de acordo com Bullivant (2007) a personalização e customização do contexto espacial público físico, não somente da arquitetura, é realizado pelos usuários. As relações sociais promovidas pelos objetos convidam ao visitante a utilizá-los de forma espontânea, construindo significados sociais, arquitetônicos e urbanísticos alternativos.

A LUZ E O E O USO DO ESPAÇO

Mascaró (2006), nos diz que o ambiente deve ser iluminado durante a noite para alcançar certos objetivos sociais (ou econômicos), que incluem segurança, apoio ao desenvolvimento, destaque às áreas históricas ou áreas verdes públicas ou para enviar mensagens. Portanto, a luz é um elemento essencial dentro da construção do ambiente. Esta pode ser utilizada para qualificar o local de forma a evidenciá-lo mais claramente aos usuários, mas também como objeto de arte, trabalhando com os próprios significados do espaço público.

Por meio de trabalhos realizados por artistas e arquitetos, mediante o emprego das tecnologias anteriormente mencionadas, que interagem com os usuários através de sons, luzes e movimentos programados no mobiliário urbano, alcança-se um senso de aproximação das pessoas com seu entorno (Daroda, 2012).

CONCEITUAÇÃO DO SISTEMA

A seguir, são apresentados quatro estudos de caso de projetos que foram realizados utilizando as tecnologias anteriormente mencionadas. De modo a analisar suas características e construir uma base para a proposição de um sistema de elementos interativos.

(1) **Dune por Studio Roosegaarde. Diversas localizações, 2006-2012;** : Trata-se de um espaço público interativo composto de uma quantidade de fibras que se iluminam de acordo com os sons e a movimentação dos visitantes, demonstrando uma certa resposta à seu comportamento (Studio Roosegaarde, 2007). A instalação acaba por trabalhar o próprio espaço já existente, delineando-o de forma a realçar seu desenho e assim convidar os transeuntes a se apropriarem desse local. Além disso pode aprimorar as interações sociais com os pedestres e destes com o próprio ambiente, uma vez que o modificam. Entretanto esta instalação só possui o efeito desejado durante o período em que não há incidência de luz solar ou em ambientes fechados com iluminação controlada.

(2) **Enteractive por Electroland; Los Angeles, Califórnia, EUA, 2006:** Um projeto que defende a interatividade de modo livre, sem que um comportamento seja determinado antes que a ação

aconteça, como um acontecimento do cotidiano sem que exista um roteiro. Utiliza sensores de pressão e presença em conjunto com quadrados iluminados com LED. Uma tela na fachada da edificação reflete a interação entre as pessoas e o piso sensível (Electoland, 2006). Contudo, não se trata de arquitetura interativa propriamente dita já que o que acontece é apenas uma resposta de um sistema, não um diálogo entre agentes. Trabalha com a ideia de que o usuário, usando a fachada como mídia pode transformar temporariamente, até certo ponto, a escala urbana (Daroda, 2012).

- (3) **Schouwburgplein Theater Square por West8; Roterdã, Amsterdã, 1996 :** Trata-se de uma praça seca localizada em Roterdã, criada para abrigar eventos temporários assim como usos diversos, funcionando como um palco no meio das edificações onde os usuários participam ativamente como atores no espaço público, interagindo com o lugar e com os eventos que ali ocorrem.
- (4) **Light Drift – Intersect por MY Studio. Filadélfia, Pensilvânia, EUA, 2010:** Instalação temporária realizada ao longo da margem Schuylkill, na Pensilvânia. Convidava aos transeuntes do espaço público a alterá-lo utilizando globos de luz, que, ao sentar-se neles, os usuários modificavam a intensidade de sua iluminação e também a coloração. Isto através da utilização de uma tecnologia de radiofrequência (MY Studio, 2010). Desta forma, permite uma interação entre o espaço urbano, as tecnologias e as pessoas que por ali passavam e se apropriavam do local (Daroda, 2012).



Figura 1: (1) – Dune, por Studio Roosegaarde, 2006-2012. Retiradas de: <https://www.studioroosegaarde.net/project/dune>. (2) – Enteractive, por Electroland, 2006. Retiradas de: <https://www.electroland.net/enteractive/>. (3) - Schouwburgplein Theater Square por West8, 1996. Retirado de: <http://www.west8.com/>. (4) - Light Drift - Intersect por MY Studio, 2010. Retirado de: <http://www.mystudio.us/projects/light-drift>.

A partir das diferentes intervenções estudadas definiu-se alguns aspectos do sistema proposto, tais como:

- (1) **Elementos com diferentes escalas:** As dimensões variadas de altura permitem que os usuários possam captar e vivenciar múltiplas experiências em um mesmo local.
- (2) **Recurso da luz:** A iluminação é utilizada como recurso para instigar e atrair as pessoas para o aproveitamento do espaço. Esse componente permite que o sistema seja observado também à distância, aumentando seu raio de influência sobre o ambiente. Assim trazendo as possibilidades de uma alteração na intensidade da iluminação, bem como em sua coloração.
- (3) **Sensores**
 - a. **Sensores de Presença:** de acordo com a proximidade do usuário em relação a onde se localiza o sensor, este permite que mudanças na iluminação sejam possíveis. Isto faz com que aqueles que utilizam o espaço possuam uma maior sensação de pertencimento do espaço, já que são eles mesmos os responsáveis pela alteração de seu ambiente.
 - b. **Sensores de Toque:** semelhante ao sensor de presença, este faz com que a alteração do espaço pelo usuário seja realizada de forma mais ativa, respondendo de forma mais rápida ao estímulo humano.

Sensores de georreferenciamento + aplicativo: a partir da utilização de um aplicativo de um aparelho móvel e sensores de georreferenciamento, torna-se possível a criação de um sistema onde a iluminação de um local definido responde à quantidade de pessoas neste espaço.

Sendo assim, a **Figura 2** demonstra a proposição de elementos que pretendem estimular a experimentação do espaço urbano e provocar interações sociais entre os usuários e o ambiente construído, bem como o natural. Esses teriam uma função principal de servir como mobiliário urbano para iluminação além de apoiar outras estruturas no entorno.

Assim surge a possibilidade de realizar novas condições para o funcionamento do ambiente, por meio de dos circuitos eletrônicos e sensores de presença que fazem com que a iluminação funcione conforme o ritmo daqueles que utilizam o local, fazendo com que o uso noturno seja favorecido.



Figura 2: Exemplos de possíveis comportamentos dos agentes durante a simulação. Retirado de: Elaboração própria.

A própria organização física do espaço pode ser pensada através do posicionamento desses elementos, criando locais de permanência e participação para certos tipos de interação. Entretanto é de suma importância que a iluminação e mobiliário responsável façam uma conexão entre as diferentes escalas a serem abordadas. Assim, buscando unir a cidade, o espaço público e as pessoas, empregando o desenho vertical e as possíveis interações entre um elemento e outro para cumprir este objetivo.

PROTÓTIPO FÍSICO VIRTUAL – SIMULAÇÃO NA ESCALA DO LUGAR

O primeiro deles, envolveu a criação de uma simulação por meio do uso de agentes de jogos. A implementação foi realizada utilizando o ambiente de desenvolvimento livre Processing e uma biblioteca que utiliza diferentes funções e classes relacionadas à inteligência artificial extraídas do livro “Programming Game AI by Example” de Buckland (2004). As ferramentas presentes na biblioteca possibilitaram a criação de um ambiente em 2D com agentes que se comportam buscando o encontro

com outros agentes e sua atração por objetos presentes no espaço virtual. O fator de atração (seekOn) é definido como método para atrair os agentes entre si (classe vehicle), formando grupos, junto dos componentes lumínicos.

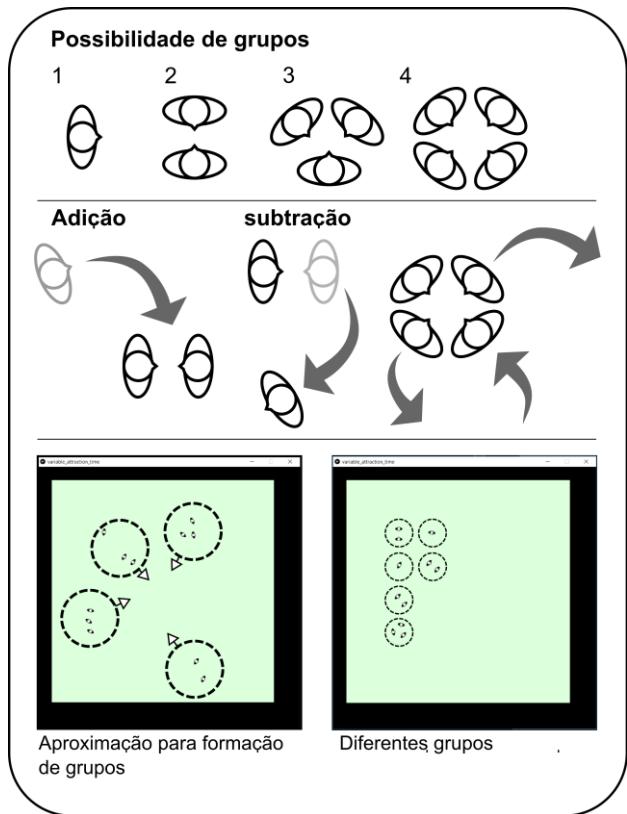


Figura 3: Exemplos de possíveis comportamentos dos agentes durante a simulação. Retirado de: Elaboração própria

As situações de encontro entre os usuários, implementadas na simulação, consideram a composição de grupos de 2 a 4 pessoas sendo que a formação desses ocorre de forma dinâmica, em diferentes instantes de tempo. O objetivo, nesse caso, é simular esses encontros casuais, como foi verificado nos casos de estudo. A **figura 3** mostra o processo de formação dos grupos em uma simulação com um cenário simplificado. As **imagens de 1 a 4** ilustram a aproximação dos agentes ao longo do tempo, os agrupamentos e sua posterior separação.

De modo a provocar uma correlação entre a simulação em ambiente virtual e a realidade foi elaborado um modelo físico que envolveu a implementação dos algoritmos no microcontrolador Arduino, bem como a utilização de outros equipamentos eletrônicos complementares como um monitor de computador, lâmpadas LED e fibra ótica. Dessa forma, foi possível observar a interação entre os agentes virtuais e avaliar a responsividade do modelo físico.

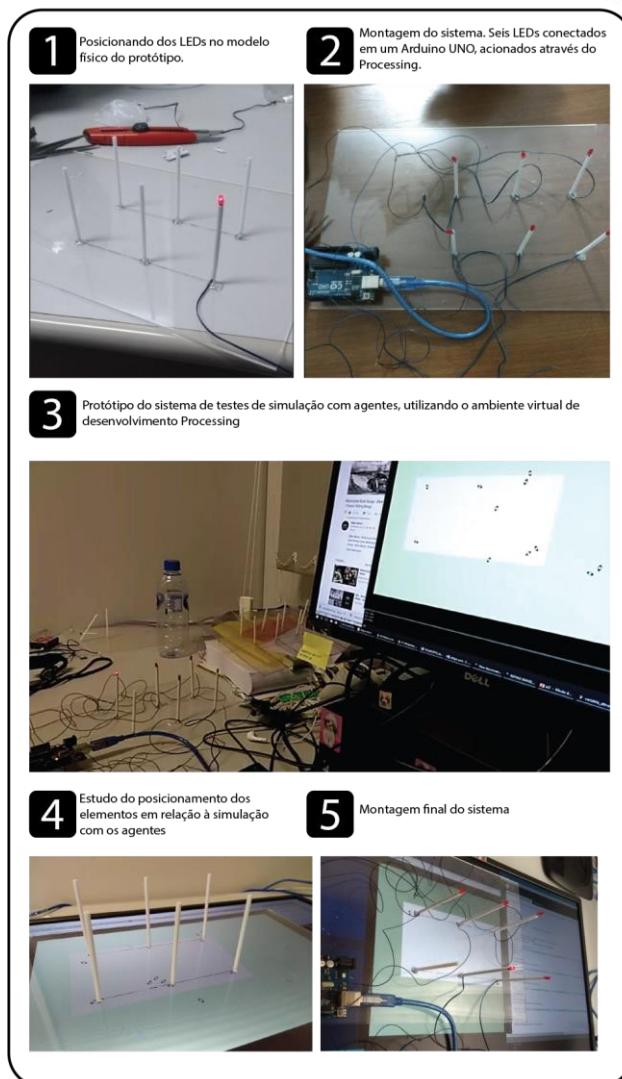


Figura 4: Processo de montagem e testes do protótipo Físico-Virtual. Retirado de: Elaboração própria

CONCLUSÃO

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa, a partir da simulação do comportamento de usuários por meio da utilização de agentes autônomos, e da implementação de um modelo físico automatizado, possibilitou testar, sem a necessidade da criação de um modelo complexo, diferentes aspectos do acionamento de um sistema lumínico responsivo. A partir da criação de um algoritmo relativamente simples foi possível definir as características básicas para o acionamento da luz, relacionando com a quantidade de usuários presentes no espaço. O modelo físico desenvolvido foi importante para uma melhor compreensão dos efeitos de iluminação que permitem diferentes experiências àqueles que utilizam o espaço. A frequência dos transeuntes modifica o local dando ritmo à luz; a alteração entre luz e sombra cria ambientes distintos em um mesmo local e diferentes percepções daqueles que utilizam o ambiente. A partir desse processo inicial pretende-se aumentar a complexidade do sistema e criar os algoritmos necessários para simular a troca de dados entre os agentes e os elementos, simulando assim a utilização de aparelhos smartphones. Esta etapa envolverá a simulação dos elementos em no editor visual de algoritmos Grasshopper, para conceber modelos

paramétricos que sejam alimentados também pela plataforma de agentes utilizada anteriormente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Santa Catarina por ceder o espaço para realizar a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Bullivant, L. (2007). Alice in Technoland. *Architectural Design*, 77(4), 6-13. doi:10.1002/ad.482
- Campos, H. Á. (1995). *A conservação dos conjuntos históricos em áreas centrais urbanas a partir do uso de seus espaços públicos abertos: um recorte no centro expandido da cidade de Recife*. (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Carneiro, G. P. (2014). *Arquitetura Interativa: conceitos, fundamentos e design*. (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Daroda, R. F. (2012). *As Novas Tecnologias e o Espaço Público da Cidade Contemporânea*. (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Enteractive (2006). Electroland. Retirado de: <https://www.electroland.net/enteractive/>
- Enteractive (2006). Electroland [Fotografias]. Retiradas de: <https://www.electroland.net/enteractive/>
- Haque, U. (2006). Arquitetura, Interação e sistemas. *Au.Pini*, (149), 1 - 3. Retrieved from au17.pini website: <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/149/artigo26764-3.aspx>
- Jaskiewicz, T. (2013). *Towards a Methodology for Complex Adaptive Interactive Architecture*. (Pós-doutorado), Universidade Técnica de Delft, Delft.
- Kolarevic, B. (2009). *Exploring Architecture of Change*. Paper presented at the 29th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), Chicago, Illinois.
- Linus, T. L. (2012). *Interactive Architecture*. (Mestrado), Melbourne School of Design, Melbourne, Victoria, Austrália.
- Maia, S. C., & Meyboom, A. (2015). Interrogating Interactive and Responsive Architecture: The Quest of a Technological Solution Looking for an Architectural Problem. In G. Celani, D. M. Sperling, & J. M. S. Franco (Eds.), *Computer-Aided Architectural Design Futures. The Next City - New Technologies and the Future of the Built Environment. CAAD Futures 2015* (Vol. 527, pp. 93-112): Springer.
- Mascaró, L. (2006). A Iluminação do Espaço Urbano. *ARQTEXTO*, 20-27.
- MY Studio (2010). Light Drift - Intersect [Fotografias]. Retiradas de: <http://www.mystudio.us/projects/light-drift>
- MY Studio, (2010). Light Drift - Intersect. Retirado de: <http://www.mystudio.us/projects/light-drift>
- Richardson, R. J., & Peres, J. A. d. S. (1989). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. (3 ed.). São Paulo: Editora Atlas.
- Studio Roosegaarde, (2007). Dune. Retirado de: <https://www.studioroosegaarde.net/project/dune>
- Studio Roosegaarde, (2006-2012). Dune [Fotografias]. Retiradas de: <https://www.studioroosegaarde.net/project/dune>
- Stein, J., Fisher, S. S., & Otto, G. (2010). *Interactive Architecture: Connecting and Animating the Built Environment*. Paper presented at the IOT2010 - Internet of Things 2010 Conference, Tokyo, Japão.
- West8 (1996). Schouwburgplein Theater Square [Fotografias]. Retiradas de: <http://www.west8.com/projects/schouwburgplein>