

# AUTÔMATO CELULAR:

variabilidade e otimização do espaço construído

## Formulação do Problema

Regras urbanísticas condicionam a articulação entre espaços construídos e não construídos com a finalidade de garantir níveis adequados de iluminação natural aos ambientes internos das edificações. O Plano Diretor de Porto Alegre, que respeita condicionantes de iluminação natural, estabelece limitações à exploração volumétrica pelo arquiteto ao estimular excessivamente a construção de prismas regulares. Elementos de controle volumétrico são rigidamente controlados: alturas, afastamentos laterais e recuos frontais. Como estes elementos são vinculados diretamente às dimensões dos lotes (largura e comprimento) a intensa variabilidade das dimensões dos lotes torna o conjunto urbano demasiadamente heterogêneo. Esta abrangente heterogeneidade acaba por comprometer, negativamente, tanto o conforto térmico e lumínico dos espaços internos das edificações quanto a harmonia do espaço urbano. As atuais normativas urbanísticas, além de não controlarem a forma urbana, tampouco encorajam a liberdade projetual do arquiteto.

Este trabalho busca oferecer uma alternativa de controle urbanístico que possibilite a exploração formal das edificações sem comprometer o desempenho lumínico de seus espaços internos. Para tanto, propõe um modelo generativo baseado no paradigma dos autômatos celulares tridimensionais para apoiar a concepção de novos edifícios.

## Materiais e Métodos

Seguindo a lógica dos autômatos celulares, o espaço pode ser descrito a partir de uma grelha regular de células em dois estados: vivas e mortas. No modelo proposto, os estados são traduzidos arquitetonicamente para cheios ou vazios. A geração das formas segue regras de vizinhança, segundo o modelo de von Neumann, que garantem interface com o exterior e a contiguidade entre os espaços.

O sítio simulado é uma quadra formada pela Rua Cairu e pelas avenidas Pará, França e Amazonas, localizada no bairro São Geraldo, em Porto Alegre. Na primeira operação, o modelo descreve de forma abstrata o ambiente construído. Assim, a quadra e seu entorno imediato foram simplificados em células tridimensionais com 3,5m x 3,5m x 3m (dimensões suficientes para abrigar um cômodo habitacional) para possibilitar a operação do autômato celular. O ambiente computacional utilizado para a construção do modelo descritivo foi o software Rhinoceros (plug-in Grasshopper) e um script em linguagem Visual Basic.

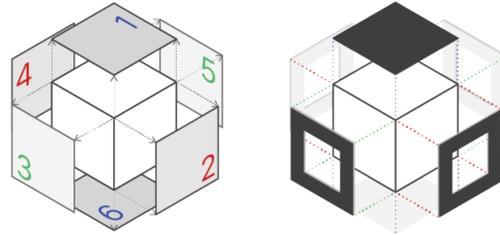
O controle formal da operação é obtido através de vínculos a três tipologias urbanas: a) ocupação perimetral; b) ocupação linear e c) ocupação pontual. A etapa seguinte se caracteriza pela definição das células vivas que iniciarão o processo, ou seja, por onde iniciará o processo iterativo. Nesta etapa, as células do experimento são classificadas em vazia edificável (envolpe), vazia fixa, cheia variável e cheia fixa (espaço pré-existente).

## Resultados

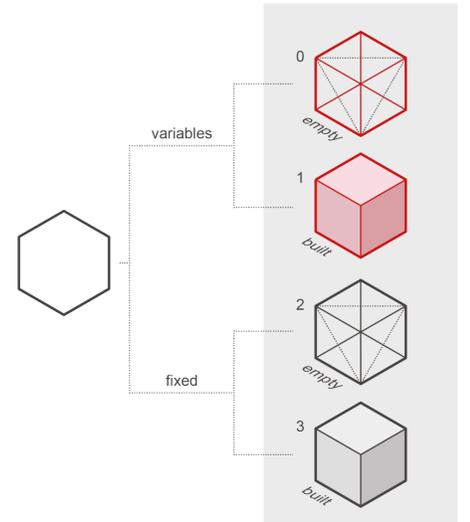
O teste de uma quadra do município de Porto Alegre avaliou o potencial do modelo para a geração automática de formas edificáveis que: a) respeitassem exigências de iluminação natural, b) possibilitasse a utilização do potencial construtivo permitido pelos índices urbanísticos e c) oferecesse grande potencial de variabilidade formal. Foram geradas diversas alternativas de edificação que atenderam requisitos de iluminação natural, responderam a critérios de qualidade espacial e ofereceram possibilidades de exploração formal bem superiores às atuais regras do Plano Diretor de Porto Alegre.



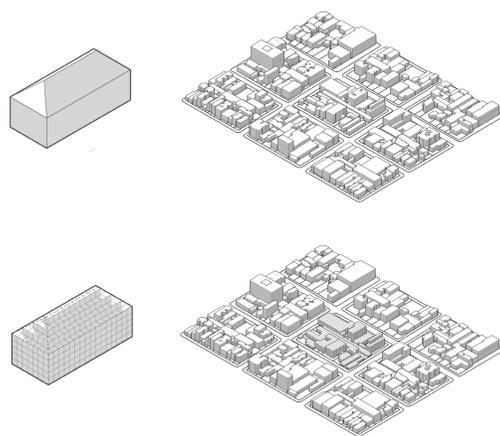
**A QUADRA em estudo:**  
As dimensões e os lotes existentes na quadra utilizada neste trabalho



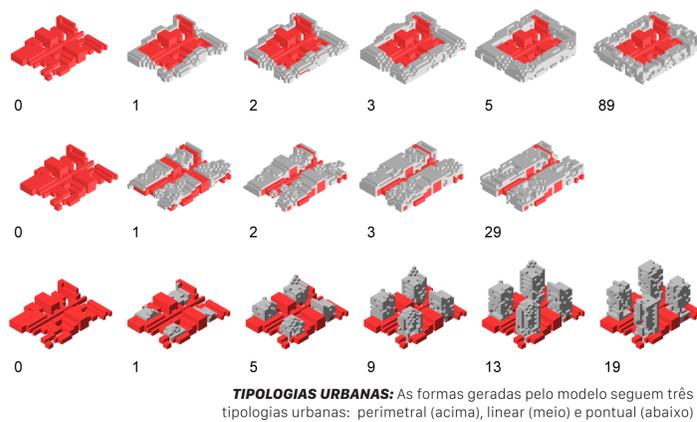
**A CÉLULA como descrição do espaço:** As vizinhanças (esq.) e suas respectivas possibilidades arquitetônicas (dir.)



**AUTÔMATO CELULAR:**  
Os quatro possíveis estados finais de uma célula no modelo



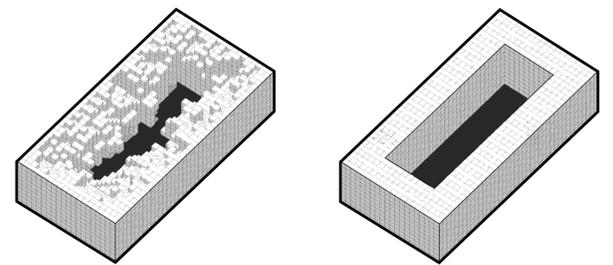
**A VOXELIZAÇÃO:** A quadra em estudo (acima) é traduzida em células tridimensionais (abaixo)



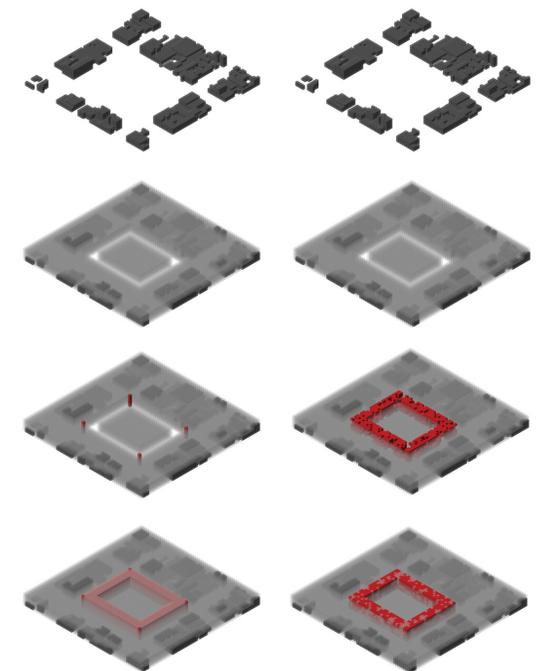
**TIPOLOGIAS URBANAS:** As formas geradas pelo modelo seguem três tipologias urbanas: perimetral (acima), linear (meio) e pontual (abaixo)



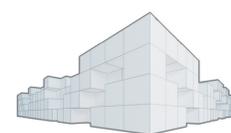
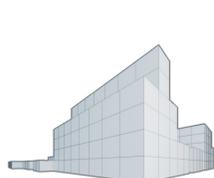
**LUZ SOLAR:** Comparação de incidência interna de luz solar entre um modelo celular e um modelo prismático básico.



**LIBERDADE FORMAL:** Comparação entre um modelo prismático básico e um modelo em autômatos celulares.



**O PROCESSO:** Descrição do processo através das células tridimensionais e seus quatro possíveis estados



**APLICAÇÃO DO MODELO:**  
Fotomontagem com um resultado do modelo sobreposto a uma foto atual da quadra analisada.