

Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento

Quantitative analysis in the field of environment and behavior

Maria Cristina Dias Lay
Antônio Tarcísio da Luz Reis

Resumo

Este artigo introduz procedimentos de pesquisa geralmente aplicados na área de estudos Ambiente-Comportamento, disponíveis e aplicáveis aos diversos tópicos que abordam aspectos do ambiente construído - desde estudos da edificação a estudos urbanos. Para tal, a área de estudos Ambiente-Comportamento é conceituada e situada dentro dos estudos arquitetônicos e urbanos, sendo apresentadas as suas principais características e implicações metodológicas para a pesquisa. Apesar da ênfase na utilização complementar de múltiplos métodos qualitativos e quantitativos, este artigo concentra-se na apresentação de métodos utilizados para descrever e analisar quantitativamente os dados coletados em pesquisas na área de ambiente e comportamento. Além dos testes estatísticos não-paramétricos, utilizados para analisar dados coletados através de questionários, são apresentadas análises quantitativas alternativas e complementares, as quais estão baseadas na informação numérica contida em representações espaciais gráficas, tais como linhas, pontos e polígonos, como os procedimentos de análise envolvendo Sistemas de Informação Geográfica (SIG). É, também, apresentado o procedimento de análise sintática, aplicado em estudos urbanos ou de uma edificação, o qual possibilita, por exemplo, a identificação dos diferentes níveis de acessibilidade e potencial de movimento das vias constituintes, de acordo com a configuração espacial existente.

Palavras-chave: Análise quantitativa. Estudos ambiente-comportamento. Análise estatística não-paramétrica. Sistema de informação geográfica. Análise sintática.

Abstract

This paper introduces the research procedures frequently used in the environment and behavior research available and applicable to the several topics related to aspects of the built environment, including building and urban related studies. This research area is presented, and their main characteristics and methodological implications are discussed. Despite the emphasis on the complementary use of qualitative and quantitative methods, the paper focuses on methods used to quantitatively describe and analyze data collected in environment and behavior research. Besides the non-parametric statistical tests applied to quantitative data collected through questionnaires, some alternative and complementary quantitative data analysis procedures are discussed. These procedures are based on numerical information included in spatial graphic representations, such as lines, dots and shape, as analytical procedures involving Geographic Information Systems. This paper also introduces space syntax analysis, which allows the identification, for example, of different levels of accessibility and potential of movement of axial lines, according to spatial configuration of urban areas or individual buildings.

Keywords: Quantitative analysis. Environment-behavior studies. Non-parametric statistical analysis. Geographic information system. Space syntax analysis.

Maria Cristina Dias Lay
Programa de Pós-Graduação em
Planejamento Urbano e Regional
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
Praça Carlos Simão Arnt 21/202
Bela Vista
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90450-110
Tel.: (51) 3316-3152
E-mail: cristina.lay@ufrgs.br

Antônio Tarcísio da Luz Reis
Programa de Pós-Graduação em
Planejamento Urbano e Regional
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul
E-mail: tarcisio@orion.ufrgs.br

Recebido em 16/11/04
Aceito em 29/04/05

Introdução

A área Ambiente-Comportamento, consolidada no final da década de 50, caracteriza-se por ser multidisciplinar e centra-se em estudos realizados, primeiramente, com a colaboração de psicólogos e arquitetos, estendendo-se, mais tarde, a planejadores urbanos, engenheiros, sociólogos, geógrafos, antropólogos e outras profissões afins. Tem como objetivo investigar as relações existentes entre características físico-espaciais do ambiente construído e o comportamento dos indivíduos (veja, por exemplo, LAY, 1992; PROSHANSKY; ITTELSON; RIVLIN, 1970). Entre os psicólogos, ainda é comum a denominação desta área como Psicologia Ambiental (por exemplo, BECHTEL; CHURCHMAN, 2002; BONNES; SECCHIAROLI, 1995). O estudo dessas relações pretende medir como o ambiente construído afeta o comportamento dos indivíduos e vice-versa, de forma a produzir conhecimento que venha a auxiliar na compreensão das reações psicológicas e comportamentais dos indivíduos em relação ao ambiente construído, assim como gerar subsídios para a produção de ambientes construídos mais adequados a seus usuários. A primeira associação representativa da área, denominada Environmental Design Research Association (EDRA – que pode ser traduzida como Associação de Pesquisa em Projeto Ambiental) foi estabelecida nos Estados Unidos em 1968 e desde 1969 passou a realizar, anualmente, congressos internacionais com a publicação de Anais. Em 1981, foi estabelecida uma associação equivalente, com sede na Europa, denominada International Association for People-Environment Studies (IAPS - Associação Internacional para Estudos do Indivíduo e seu Ambiente Físico), com a realização de congressos internacionais bianuais. Os estudos realizados ao longo dos anos contribuíram na evolução de discussões sobre as diferentes teorias da percepção e processos de cognição ambiental, e na constatação do importante papel que as características físico-espaciais do ambiente construído desempenham no comportamento ambiental dos indivíduos. A partir desses estudos, é possível identificar, e até prognosticar, os efeitos positivos e negativos de propostas de projeto, assim como propor soluções alternativas para minimizar problemas existentes.

Abordagens analíticas, envolvendo métodos que dizem respeito aos processos de percepção e cognição dos usuários dos espaços urbanos, têm se mostrado como de fundamental importância para a compreensão dos impactos causados pelas características físicas destes espaços sobre os seus

usuários (por exemplo, SOMMER; SOMMER, 1997; BECHTEL; MARANS; MICHELSON, 1987). Contudo, parece ser necessário avançar e aprofundar estas análises, mediante a inclusão de procedimentos metodológicos que possibilitem a descrição das entidades físicas e a análise das relações entre tais entidades, assim como entre estas e representações dos comportamentos dos usuários nos espaços urbanos. Neste sentido, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e análises sintáticas começam a ser utilizados em conjunto com os métodos da percepção e cognição ambiental (BECHTEL; CHURCHMAN, 2002). A propriedade de abordagens incluindo tais métodos tem sido evidenciada por publicações em revistas científicas e congressos nacionais e internacionais. Ainda, observa-se que abordagens analíticas caracterizadas por múltiplos métodos tendem a responder de maneira mais confiável e válida aos objetivos de análises espaciais, envolvendo a relação entre características físicas de espaços urbanos e seus usuários. Portanto, este artigo trata das implicações das abordagens analíticas, ora utilizadas na área Ambiente-Comportamento, compreendendo os métodos de análise utilizados para aferir percepção e cognição ambiental, através de análise estatística, e de análise espacial, através de procedimentos de SIG e análise sintática.

Métodos e Técnicas para Coleta e Análise de Dados

Para que pesquisas na área Ambiente-Comportamento sejam consolidadas, desde o ponto de vista científico, a estratégia metodológica tem-se mostrado fundamental: os estudos devem estar sustentados, *inter alia*, em metodologias sistêmicas reconhecidas, seleções amostrais rigorosas e análise comparativa de dados. Contudo, a definição dos métodos, critérios de qualidade ou técnicas de pesquisa deve ser feita com seletividade, isto é, moldada de acordo com cada situação específica, para que estes se tornem ferramentas úteis para qualquer tipo de investigação. Se estratégias metodológicas forem vistas exclusivamente como um conjunto de regras rigidamente definidas, pesquisas correm o risco de desconsiderar possíveis ajustes necessários à realização delas em determinados contextos socioeconômicos, culturais e geográficos. Portanto, os passos a serem seguidos em uma pesquisa devem corresponder aos objetivos de pesquisa previamente estabelecidos.

Devido ao caráter particular de cada ambiente construído e aos objetivos específicos de cada caso a ser estudado, as estratégias metodológicas necessitam ser constantemente redesenhadas, desde a definição da amostragem de ambientes e usuários até os procedimentos de coleta e análise de dados. Situações particulares podem apresentar problemas de pesquisa, que requerem novas invenções e modificações. Em situações dinâmicas de resolução de problemas, característica de todas as pesquisas, os pesquisadores devem estar sempre prontos para modificar o enfoque da situação, seja estendendo a aplicabilidade dos métodos, seja inventando outros. A criatividade é essencial, desde que proporcione resultados cientificamente confiáveis: “[...] use qualquer meio ao seu dispor para compreender e explorar ao máximo possível os dados e os resultados” (KRUSKAL; WISH, 1978, p. 45).

A maneira mais efetiva para a operacionalização de estudos dessa natureza se dá por meio da utilização simultânea dos vários métodos e técnicas existentes, cuja escolha, evidentemente, dependerá do tipo específico de cada problema a ser investigado e da situação de cada pesquisa. Esses métodos de pesquisa podem ser classificados segundo dois grupos principais: métodos qualitativos e métodos quantitativos (veja, respectivamente, LOW, 1987; MARANS; AHRENTZEN, 1987).

Uso de Múltiplos Métodos

Como Marans e Ahrentzen (1987), entre outros, argumentam, aquelas investigações que baseiam seus resultados na análise de um tipo de informação coletada de uma só fonte (por exemplo, dados obtidos exclusivamente de questionários) costumam ser vistas como suspeitas, por, geralmente, chegarem a conclusões duvidosas. Na verdade, todos os métodos possuem pontos fortes e fracos e suas aplicações dependem, fundamentalmente, das características dos problemas abordados pela pesquisa e das características próprias da pesquisa. A aplicação de vários métodos para a coleta de diferentes tipos de dados sobre um mesmo fenômeno, também denominada de triangulação, permite contrabalançar os desvios/tendências (*bias*) existentes em um método, com os desvios dos outros métodos utilizados, já que se pode assumir que as técnicas utilizadas, com cada método, apresentam diferentes desvios (por exemplo, GROAT; WANG, 2002; SOMMER; SOMMER, 1997; ISAAC; MICHAEL, 1997).

A diferença entre métodos qualitativos e quantitativos foi, por algum tempo, motivo de discussão sobre os argumentos de que um método

seria mais importante, mais científico ou mais eficiente do que um outro. Porém, para que os complexos problemas de pesquisas e aplicações na área do Ambiente-Comportamento fossem compreendidos, fez-se necessária a aceitação de ambos os métodos: enquanto métodos qualitativos focalizam na determinação de validade da investigação (pela possibilidade de confronto proporcionada entre a situação real em estudo e a descrição, compreensão e interpretação da situação específica, feita pelo pesquisador), os métodos quantitativos investigam uma maior variedade de fenômenos e determinam a confiabilidade das medidas adotadas, o que possibilita a generalização dos resultados. Os métodos quantitativos permitem a aquisição de uma quantidade substancial de informação em tempo limitado (são abrangentes, horizontais), enquanto os métodos qualitativos possibilitam o aprofundamento dos aspectos investigados (são focalizados, verticais) (por exemplo, GROAT; WANG, 2002).

Segundo Zeisel (1986), a confiabilidade de um método pode ser medida a partir da consistência com que a aplicação repetitiva do método, em situações análogas, produz resultados similares. Isto é, a confiabilidade de um método é maior quando, depois de repetidos usos, menor for a variação dos resultados que possa ser atribuída ao método utilizado. Por exemplo, quanto mais um conjunto de categorias utilizadas para registrar comportamento, utilizadas repetidamente em diversas investigações, permitir registros similares de uma mesma situação (por exemplo, mapas comportamentais), mais confiável será o método considerado. Portanto, o uso simultâneo de múltiplos métodos é necessário para ressaltar a validade dos resultados e afirmar a confiabilidade, credibilidade e qualidade da pesquisa. A partir de testes de validade e confiabilidade, é possível alcançar um maior grau de intersubjetividade entre as pesquisas realizadas, assegurando que os pesquisadores estão “utilizando uma mesma linguagem”.

Seleção dos métodos e técnicas para coleta de dados

A coleta de dados consiste em dois tipos de levantamentos: levantamento de arquivo e levantamento de campo. Embora os dados obtidos por meio do levantamento de arquivo não sejam, geralmente, coletados *in loco*, as informações oriundas deste tipo de levantamento são relevantes para determinar o ponto de partida da avaliação e do próprio levantamento de campo. Quanto mais informações forem obtidas sobre o histórico do projeto original, mais subsídios haverá para se

iniciar o levantamento de campo. Da mesma forma, dados cadastrais são fundamentais para procedimentos de análise através de sistemas de informação geográfica, aqui classificados como método de análise quantitativo, por permitir que generalizações sejam realizadas.

Os métodos e técnicas para coleta de informação em campo são determinados pela natureza dos dados a serem coletados, pelas relações hipotéticas entre estes dados, pelas possibilidades de obtenção dos dados, pelas características da população-alvo e do seu ambiente físico, pelo tamanho, distribuição e representatividade da amostra, e pelo tempo e recursos financeiros e humanos disponíveis para realizar a avaliação. Existe um número considerável de técnicas em uso, sendo algumas mais sofisticadas do que outras, porém não sendo necessariamente mais ou menos eficazes por essa razão. Contudo, nota-se que existe certa confusão quanto à classificação de métodos e técnicas. Por isso optou-se por estruturar este texto respeitando certas diferenças entre métodos e técnicas, e assim contribuir para uma melhor compreensão dos tipos de métodos e técnicas disponíveis. Método pressupõe processo, intenção, enquanto técnica diz mais especificamente sobre a materialização ou operacionalização da intenção; um mesmo método pode servir de diferentes técnicas; um método tem um fim, enquanto a técnica serve às intenções do método para atingir esse fim.

Os métodos utilizados para levantamento de campo podem ser resumidos em cinco principais: observações, entrevistas, mapas mentais, questionários e levantamentos físicos (medições). O que varia grandemente são as técnicas (isto é, as ferramentas) disponíveis para a aplicação dos métodos e registro das informações. Por exemplo, observações podem ser registradas com fotografias, câmeras de vídeo, mapas comportamentais, diagramas, anotações, etc. Neste caso específico, o uso de fotografias não seria considerado um método, e sim uma técnica de registro, embora em certas investigações experimentais (por exemplo, testes de preferências, geralmente realizados na área de psicologia) a utilização de recursos fotográficos seja um método frequentemente utilizado. Os métodos quantitativos de coleta de dados mais frequentemente utilizados são questionários. Contudo, dados qualitativos obtidos através de observações, entrevistas e mapas mentais, se coletados de maneira sistemática, também podem ser quantificáveis (veja, por exemplo, SOMMER; SOMMER, 1997; REIS; LAY, 1995). Para efeitos deste artigo, que trata mais especificamente de métodos quantitativos de análise, são considerados

como relevantes somente aqueles procedimentos de coleta de dados que, além dos dados de arquivo acima mencionados, alimentam os procedimentos analíticos, tais como observações de comportamento, questionários e levantamentos físicos, que permitem uma atualização sobre a situação atual e real do sítio estudado. Essas informações são fundamentais para a aplicação de procedimentos de análise quantitativa, realizados através de sistemas de informação geográfica e análise sintática, que fazem parte do foco da discussão deste artigo.

Métodos de análise dos dados

O objetivo da análise de dados é descrever, interpretar e explicar os dados coletados, de maneira que estes venham a responder às questões formuladas no estudo, sendo a decisão sobre os métodos e técnicas de análise a serem utilizados dependente da natureza dos dados obtidos e do tipo de informações e relações desejadas. Segundo LEEDY (1989, p. 185), “a natureza dos dados governa o método que é apropriado para interpretar os dados e a ferramenta de pesquisa que é necessária para processar aqueles dados”.

Portanto, a análise de dados levantados através de métodos qualitativos (por exemplo, entrevistas, observações) pode ser efetuada qualitativamente (utiliza interpretações e julgamentos subjetivos) ou, se quantificáveis, a análise pode ser complementada com a interpretação das frequências obtidas. No entanto, como já foi ressaltado acima, os dados obtidos através de observações, levantamento de arquivo/cadastral e levantamento físico são fundamentais para a realização de análises quantitativas, através de procedimentos que utilizam sistemas de informação geográfica e análise sintática. Por sua vez, a análise de dados levantados através de métodos quantitativos (por exemplo, questionários) utiliza-se de testes estatísticos, que estão baseados na informação numérica tabulada numa planilha (linhas com informações do respondente e colunas com informações da variável) de um programa estatístico (por exemplo, SPSS/PC). Análises quantitativas realizadas na área de estudos Ambiente-Comportamento, ainda, podem estar baseadas na informação numérica contida em representações espaciais gráficas, tais como linhas, pontos e polígonos. Este tem sido o caso de análises envolvendo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (GOLLEDGE, 2002) e sintaxe espacial (HILLIER; HANSON, 1984; HILLIER, 1996). A seguir, são apresentados os procedimentos de análise quantitativa relativos à análise estatística, SIG e análise sintática.

Análise quantitativa de dados coletados através de questionários

Para que os resultados obtidos através de questionários sejam generalizáveis, estes devem ser aplicados a uma amostra representativa da população em estudo. A definição da amostra faz-se com base nos diferentes tipos de necessidades e atividades realizadas por diferentes grupos de usuários, representativos da população estudada. Por sua vez, o tamanho e a representatividade da amostra determinarão o grau de confiabilidade e de generalização dos resultados da investigação. As amostras podem ser classificadas em probabilísticas e não-probabilísticas. A definição do tipo e tamanho da amostra é discutida em detalhe por Sommer e Sommer (1997), Marans e Ahrentzen (1987), Moser e Kalton (1981) e Backstrom e Hursh-Cesar (1981), entre outros. O grau de generalização dos resultados é determinado, simultaneamente, pelo tamanho e tipo da amostra. O tipo de amostra que permite maiores generalizações é a amostra aleatória (*random*), seguida das amostras estratificada, sistemática e de grupo. Mesmo em estudos comparativos, em que os resultados podem ser generalizáveis para mais de uma população, deve-se ter cuidado para não generalizar além da população estudada.

A análise quantitativa das informações obtidas através dos questionários depende da natureza dos dados coletados – nominais, ordinais, intervalares e numéricas. A importância da relação existente entre a natureza dos dados coletados e a natureza dos métodos de análise (testes paramétricos e não-paramétricos) a serem empregados é explicitada por vários autores (por exemplo, GROAT; WANG, 2002; KERLINGER, 1970; SIEGEL, 1956). A abordagem paramétrica trata de testes paramétricos. O termo “parâmetro” refere-se a medidas que descrevem a distribuição da população como a média ou variância, daí o termo teste paramétrico. Dados com comportamento paramétrico seguem a curva gaussiana de distribuição normal da frequência dos dados. A abordagem não-paramétrica, por sua vez, trata de testes não-paramétricos. Testes não-paramétricos ou de livre-distribuição são assim chamados porque não dependem de formas precisas de distribuição da população da amostra. Logo, os métodos não-paramétricos não assumem uma distribuição probabilística conhecida e permitem inferências independentemente das características ou da forma de distribuição da frequência dos dados (ROSENTHAL; ROSNOW, 1991; KERLINGER, 1970; SIEGEL, 1956).

Abordagens estatísticas não-paramétricas

A utilização de testes estatísticos deve-se, fundamentalmente, à necessidade de se determinar a existência de relações ou não entre variáveis investigadas, a partir de resultados obtidos através de análises que seguem procedimentos matemáticos reconhecidos como válidos e confiáveis e que não estejam sujeitos a interpretações pessoais e possíveis discordâncias. Por exemplo, sem a aplicação de um determinado teste estatístico não teríamos como determinar a magnitude da diferença existente entre o percentual de 65% de usuários satisfeitos com os espaços urbanos da cidade X, em comparação com o percentual de 50% de usuários satisfeitos com os espaços urbanos da cidade Y. Com a aplicação do método apropriado para investigar este tipo de relação é possível determinar a magnitude de tal diferença, com base na existência ou não de uma relação significativa. Normalmente, em estudos na área Ambiente-Comportamento, envolvendo análises das relações entre edificações, espaços urbanos e seus usuários, adota-se o valor de 0,05 (sig.) como determinante de uma relação significativa, isto é, uma relação que, com base nos cálculos estatísticos, apresenta uma magnitude, pois ela teria apenas uma chance de 5% de não se repetir, caso realizada novamente com outras amostras das mesmas populações; por exemplo, das cidades X e Y (SOMMER; SOMMER, 1997). Contudo, é importante ter-se em conta que o tamanho das amostras pode afetar a existência de uma relação significativa; por exemplo, tal relação pode existir com uma amostra de 40 usuários (casos) na cidade X e 40 na cidade Y, mas não com amostras de 20 usuários em cada uma destas cidades (por exemplo, NORUSIS, 1990). Segundo os autores acima mencionados, o uso de testes paramétricos é apropriado quando os dados preenchem três condições: (1) a escala de valores deve ser intervalar ou numérica; (2) a distribuição dos escores da população é normal; (3) a variância das variáveis é homogênea.

Testes estatísticos não-paramétricos, que podem ser utilizados com variáveis de natureza nominal e ordinal, são apresentados abaixo. Com relação à natureza das variáveis consideradas, são mencionadas nos testes estatísticos as escalas mínimas necessárias para a realização dos testes. Dessa forma, para a realização de uma tabulação cruzada e determinação do valor de χ^2 , as variáveis devem ser de natureza, no mínimo, nominal.

Freqüências

As freqüências revelam a distribuição dos dados com relação às categorias consideradas na variável. É aquela informação mais básica que se pode obter de uma variável. Caso exista a falta de algum dado (por exemplo, por que o respondente do questionário se negou a responder ou por que houve esquecimento), este deve ser registrado no programa estatístico (por exemplo, SPSS/PC) como dado ausente (*missing value*), com um valor exclusivo (não atribuído a nenhuma categoria de alguma variável), como 999. Além de tabelas, que mostram as freqüências em valores absolutos e respectivos percentuais correspondentes a cada categoria de uma variável, podem ser utilizados histogramas ou gráficos de barras, que possibilitam uma apreensão visual mais imediata das freqüências. As tabelas de freqüências, assim como os histogramas, também nos permitem verificar se a codificação das categorias constituintes da variável corresponde à codificação previamente definida, evitando que testes estatísticos envolvendo duas variáveis sejam realizados com códigos tabulados erroneamente. Logo, é importante que se verifique a distribuição das freqüências para cada variável, antes da realização de análises envolvendo duas variáveis. Ainda, as freqüências devem ser apresentadas tanto em valores absolutos quanto em percentuais, pois estes permitem a comparação entre diferentes grupos. Por exemplo, saber que 50 respondentes acham o centro da cidade X agradável e que 30 da cidade Y acham o mesmo sobre a sua cidade não revela que na cidade X foram questionados 150 residentes, enquanto na cidade Y foram somente 60, o que mostra que o centro da cidade Y agrada um número maior de residentes (50%) do que o da cidade X (30%). Ainda, caso existam valores ausentes, é importante que estes sejam mencionados e considerados quando da apresentação dos percentuais válidos (por exemplo, NORUSIS, 1990).

As freqüências, sem a obrigatoriedade de virem acompanhadas de outros testes estatísticos, podem ser utilizadas para revelar importantes aspectos na relação entre o espaço construído e os usuários. Exemplificando, os estudos realizados pelo sociólogo William Whyte (1980) na década de 70 sobre as praças de Nova York, autor que se tornou um referencial na revisão dos códigos de zoneamento para edifícios altos comerciais, utilizaram freqüências para revelar em cada praça estudada, por exemplo, o número médio de pessoas sentadas na hora do almoço num dia com tempo bom, a quantidade (em m²) de espaço aberto e a quantidade (em metros) de espaços que

pudessem ser utilizados como bancos (GROAT; WANG, 2002).

Teste qui-quadrado (χ^2) para duas ou mais amostras não relacionadas ou independentes

Os valores de χ^2 são obtidos a partir das tabulações cruzadas entre duas variáveis nominais, com o objetivo de relacionar a freqüência de casos numa variável, com duas ou mais categorias ou amostras independentes de outra variável (por exemplo, ISAAC; MICHAEL, 1997). Quando os valores de χ^2 são estatisticamente significativos (valores iguais ou menores do que 0,05), existe uma relação estatística entre duas variáveis nominais (cada variável com duas ou mais categorias). Contudo, esta relação estatística pode ser apenas uma coincidência e deve sempre ser confrontada com a possibilidade da existência de tal relação, com base no conhecimento existente sobre a lógica da relação entre tais variáveis. Por outro lado, não parece apropriado em termos de produção do conhecimento, simplesmente descartar aqueles resultados provenientes das tabulações cruzadas, em função da inexistência de relações estatisticamente significativas. Por exemplo, cruzando-se a variável existência de luminárias nos espaços abertos de uma cidade X (categorizada, por exemplo, em inexistência, baixa, média e alta existência de luminárias) com o turno de ocorrência de crimes (categorias manhã, tarde e noite), embora possa não ter sido revelada a existência de uma relação estatisticamente significativa, observa-se através dos percentuais obtidos na tabulação cruzada que nos espaços abertos com luminárias a ocorrência de crimes à noite tende a ser menor do que nos espaços abertos desprovidos de luminárias. Logo, esta informação sugere que, mesmo não tendo sido revelada uma relação estatisticamente significativa, parece relevante considerar que a existência de luminárias nos espaços abertos de uma cidade tende a reduzir o número de ocorrências criminais durante o turno da noite. Demonstrando a utilização do teste qui-quadrado (χ^2) na investigação realizada sobre as transformações em casas nos conjuntos IAPI e Vila Farrapos (em Porto Alegre) e as avaliações dos moradores, foi encontrada relação entre o fato de secar roupa nos pátios laterais (categorias secar e não secar) e o tipo de transformações espaciais (categorias transformação do tipo x e não transformação do tipo x) realizadas nas casas na Vila Farrapos ($\chi^2=13,9647$, sig.=0,00093) (REIS, 2000).

Para que o teste χ^2 possa ser utilizado, é recomendável que não mais do que 20% das células (numa tabulação cruzada de duas variáveis,

com duas categorias cada, existem quatro células formadas por duas linhas e duas colunas) tenham valores esperados menores do que 5 e que nenhum seja menor do que 1. Valores esperados correspondem àqueles valores que foram observados quando apenas a frequência de casos numa variável foi considerada – por exemplo, quando considerada apenas a frequência de ocorrência de crimes, categorizada em muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Assim, seria esperado que as frequências encontradas (ou observadas) para estas categorias seriam encontradas (frequências esperadas) ao cruzar a ocorrência de crimes com os turnos de ocorrência. No programa estatístico SPSS/PC, a versão de χ^2 normalmente utilizada é denominada Pearson. Cabe ainda salientar que os valores específicos de χ^2 não fornecem informações sobre a intensidade da associação entre duas variáveis nominais e dependem dos tamanhos das amostras, não sendo possível, portanto, comparar os valores de χ^2 oriundos de tabulações cruzadas com variáveis constituídas por amostras de diferentes tamanhos. Isso faz com que o teste χ^2 seja de utilidade limitada quando o objetivo principal é medir a associação existente entre duas variáveis nominais (por exemplo, NORUSIS, 1990; BRYMAN; CRAMÉR, 1990).

Medida de associação entre duas variáveis nominais - Coeficiente Phi e Cramér's V

A mesma tabulação cruzada entre duas variáveis nominais, utilizada, por exemplo, no programa SPSS/PC para determinar o valor de χ^2 , pode gerar a medida de associação denominada de coeficiente Phi. Os valores do coeficiente Phi, obtidos através de tal tabulação cruzada entre duas variáveis nominais, variam de 0 (associação inexistente) a 1 (associação perfeita) e indicam a intensidade da relação ou associação entre tais variáveis, mas não a direção de tal associação; logo, o coeficiente Phi não pode ser confundido como uma medida de correlação, a ser discutida mais adiante (por exemplo, BRYMAN; CRAMÉR, 1990; NORUSIS, 1990). A consideração do coeficiente Phi é especialmente apropriada para cruzar variáveis nominais dicotômicas, isto é, variáveis nominais que possuem apenas duas categorias, como masculino e feminino para a variável gênero, já que, quando uma das variáveis possui três ou mais categorias, o valor do coeficiente pode ser superior a 1, o que seria indesejável. Neste caso, pode ser utilizada a medida de associação Cramér's V, que conserva o valor máximo igual a 1 para variáveis nominais com qualquer número de categorias (por exemplo, BRYMAN; CRAMÉR, 1990; NORUSIS, 1990). Exemplificando a utilização do coeficiente Phi, na investigação

realizada sobre as transformações em casas nos conjuntos IAPI e Vila Farrapos e as avaliações dos moradores, o fato de secar roupa no pátio da frente (categorias secar e não secar) estava, claramente, associado ao tipo de transformações espaciais (categorias transformação do tipo x e não transformação do tipo x) realizadas nas casas na Vila Farrapos (Phi=0,4564, sig.=0,0356) (REIS, 2000).

Testes Kruskal-Wallis e Mann-Whitney - variáveis nominal e ordinal - amostras independentes

O teste Kruskal-Wallis H é utilizado para revelar diferenças significativas (valores de significância iguais ou menores do que 0,05) entre três ou mais grupos ou amostras não relacionadas, ou independentes, representados por uma variável nominal com relação a uma variável ordinal (BRYMAN; CRAMÉR, 1990). Por exemplo, o teste Kruskal-Wallis pode ser utilizado para verificar se os níveis de satisfação com a aparência do centro de Porto Alegre variam significativamente entre três grupos ou amostras independentes representando trabalhadores, moradores e demais usuários do centro. Demonstrando a utilização do teste Kruskal-Wallis, embora somente 29,9% dos 374 respondentes tivessem considerado bonitas as edificações dos conjuntos, a satisfação com a qualidade estética das edificações variou significativamente (K-W, $\chi^2=90,7660$, sig.=0,0000) entre os respondentes de 12 conjuntos habitacionais investigados na Região Metropolitana de Porto Alegre, indicando que moradores de alguns conjuntos estavam claramente mais satisfeitos com a aparência das edificações de seu conjunto do que moradores de outros conjuntos (REIS; LAY, 2003b).

Quando existem apenas dois grupos, pode ser utilizado o teste Mann-Whitney U (também conhecido como teste Wilcoxon W ; NORUSIS, 1990), específico para revelar diferenças significativas entre duas amostras independentes, representados por uma variável nominal, com relação a uma variável ordinal. A apresentação dos resultados (por exemplo, no programa estatístico SPSS/PC) permite verificar, além dos valores de χ^2 (qui-quadrado) e de significância (sig.), aqueles que representam a média dos valores ordinais dos casos em cada grupo ou amostra, com relação à variável ordinal analisada. Estes valores permitem a clara identificação, por exemplo, de qual grupo está mais satisfeito com a aparência do centro de Porto Alegre. Considerando que, ao codificar no programa estatístico a pergunta do questionário relativa ao nível de satisfação com a aparência do

centro de Porto Alegre, fossem atribuídos os valores apresentados na Tabela 1, para os cinco diferentes níveis de satisfação, aquele grupo com os valores mais altos estaria mais satisfeito com o centro de Porto Alegre, isto é, o grupo dos demais usuários. Caso a codificação tivesse atribuído valores mais baixos para os mais satisfeitos, os mais satisfeitos com o centro seriam os moradores.

Como estes números, que representam a média dos valores ordinais dos casos em cada grupo ou amostra, com relação a variável ordinal analisada, não revelam os percentuais de respondentes satisfeitos e insatisfeitos em cada um dos três grupos, eles podem ser apresentados numa tabela em conjunto com tais percentuais. Embora o teste Kolmogorov-Smirnov também possa ser utilizado para revelar diferenças significativas entre dois grupos ou amostras independentes representados por uma variável nominal com relação a uma variável ordinal, o mesmo requer que, quando o tamanho da amostra em cada grupo for menor do que 40 e o número de casos não for igual nos dois grupos, a tabela com as probabilidades de qui-quadrado seja consultada (por exemplo BRYMAN; CRAMÉR, 1990).

Teste Kendall W para três ou mais amostras dependentes

O teste Kendall W, para amostras dependentes, é utilizado para revelar diferenças significativas entre três ou mais grupos ou amostras dependentes, representados por uma variável nominal com relação a uma variável ordinal. Por exemplo, o teste Kendall W pode ser utilizado para revelar a existência de uma diferença estatisticamente significativa no grau de satisfação dos respondentes de um determinado conjunto habitacional, com a qualidade estética da composição (variável ordinal) de nove fachadas hipotéticas (variável nominal). Nesse sentido, os resultados de uma investigação no conjunto habitacional Sapucaia, na Região Metropolitana de Porto Alegre, revelaram (segundo as médias dos valores ordinais) uma diferença estatisticamente significativa no grau de satisfação com a qualidade estética da composição de nove fachadas propostas segundo determinados critérios de composição arquitetônica (teste Kendall W, $\chi^2=32,332$, sig.=0,000) (REIS; PORTELLA; BENNETT; LAY, 2004b).

Enquanto nos testes estatísticos envolvendo grupos ou amostras não relacionadas ou independentes, por exemplo, o respondente de um conjunto habitacional avalia somente a aparência de seu conjunto (um grupo ou amostra), no teste Kendall W o respondente de um conjunto avalia a

aparência das nove fachadas (nove grupos ou amostras). Logo, no primeiro caso, os grupos são independentes um do outro, enquanto no segundo eles são dependentes, pois o cálculo estatístico é realizado tendo como base os valores atribuídos pelos casos de uma mesma amostra (respondentes do conjunto X) a outros grupos ou amostras (nove fachadas). Os resultados do teste Kendall W também são apresentados por meio de números, que representam as médias dos valores ordinais. Assim, a lógica apresentada na Tabela 1, acima, com relação aos valores atribuídos aos níveis de satisfação e às médias dos valores ordinais resultantes do teste Kruskal-Wallis *H*, aqui se repete.

Testes de correlação Spearman e Kendall

Testes de correlação, como Spearman rho (mais utilizado por pesquisadores) e Kendall tau (tende a produzir coeficientes de correlação levemente menores), são utilizados para verificar possíveis relações de causa e efeito entre duas variáveis ordinais, com os coeficientes de correlação variando entre +1 e -1 (por exemplo, SOMMER; SOMMER, 1997; ROSENTHAL; ROSNOW, 1991; BRYMAN; CRAMÉR, 1990). Na estatística não-paramétrica, estes podem ser considerados como os testes mais poderosos para identificar uma possível relação de dependência de uma variável com outra. A existência de correlação entre variáveis A e B indica, por exemplo, que a um deslocamento vertical de A corresponde um deslocamento vertical de B; caso o deslocamento aconteça no mesmo sentido, a correlação é positiva; caso o deslocamento aconteça em sentido oposto, a correlação é negativa. Embora não se possa precisar estatisticamente qual variável teria se movido em primeiro lugar e ocasionado o movimento da outra e, portanto, estabelecer-se uma relação de causa e efeito, acaba-se sugerindo que a variável A afeta a B ou que a B afeta a A, quando a lógica de tais relações, baseada no conhecimento sobre elas, assim o permitir. Por exemplo, caso exista uma correlação entre o nível de satisfação com as dimensões da sala de estar e o nível da satisfação com a unidade habitacional, pode-se inferir que as dimensões da sala de estar tendem a afetar a percepção do que é uma unidade habitacional adequada. Por outro lado, já fica mais difícil inferir o contrário, isto é, de que o nível da satisfação com a unidade habitacional tende a afetar a percepção de adequação das dimensões da sala de estar.

	Trabalhadores	Moradores	Demais usuários
Médias dos valores ordinais	198,00	156,67	235,98

nota: 5 = muito satisfeito; 4 = satisfeito; 3 = nem satisfeito nem insatisfeito; 2 = insatisfeito; 1 = muito insatisfeito

Tabela 1 - Médias dos valores ordinais para distintos grupos de usuários

CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO ROWNTREE		CLASSIFICAÇÃO SUGERIDA	
Intensidade da correlação – coeficientes	Classificação	Intensidade da correlação – coeficientes	Classificação
0,0 a 0,2	Muito fraca, desprezível	0,0 a 0,3	Fraca, baixa
0,2 a 0,4	Fraca, baixa	0,3 a 0,5	Moderada
0,4 a 0,7	Moderada	0,5 a 0,7	Forte, alta
0,7 a 0,9	Forte, alta	0,7 a 0,9	Muito forte, muito alta
0,9 a 1,0	Muito forte, muito alta	0,9 a 1,0	Excepcional

Tabela 2 - Classificação das intensidades das correlações

Por exemplo, a correlação encontrada entre os níveis de satisfação com a qualidade estética dos espaços abertos e níveis de satisfação com 12 conjuntos habitacionais investigados, considerando a amostra total (Spearman, $c=0,4085$, $sig.=0,000$), indica a relevância da qualidade estética dos espaços abertos nos conjuntos para os residentes, principalmente para aqueles em blocos com apartamentos, conforme as correlações encontradas em conjuntos caracterizados por tal tipo arquitetônico (Loureiro- $c=0,3848$, $sig.=0,009$; Cavahada- $c=0,4198$, $sig.=0,015$; Guajuviras- $c=0,5981$, $sig.=0,000$) (REIS; LAY, 2003b). Ainda, a existência de correlação quando o valor de significância for igual ou inferior a 0,05 (por exemplo, 0,04) não indica que, necessariamente, faça sentido estabelecer-se uma possível relação de causa e efeito entre duas variáveis. Tal relação só poderá ser inferida caso esta faça sentido, conforme o conhecimento existente sobre o assunto. A existência de uma alta correlação entre duas variáveis também pode ser explicada pela existência de um fator oculto; por exemplo, uma alta correlação entre quantidade de cones de sorvete vendidos e afogamentos pode ser explicada por um terceiro fator oculto, o tempo quente (GROAT; WANG, 2002).

Além da direção, o valor de uma correlação indica a intensidade da relação entre duas variáveis (BRYMAN; CRAMÉR, 1990). Embora Rowntree (1981) tenha utilizado uma classificação de intensidade dos valores de correlação (Tabela 2), entende-se que na área de estudos Ambiente-Comportamento é mais apropriado alterar tal classificação, para que ela seja mais condizente com o tipo de resultados normalmente obtidos; assim, propõe-se que a classificação atribuída aos intervalos representativos das diferentes

intensidades das correlações valorize a existência de correlação, eliminando a classificação muito fraca, majorando os valores das demais classificações e criando a classificação “excepcional”. Isso se deve ao fato de que na área de estudos envolvendo as relações entre o ambiente construído e o seus usuários não faz sentido desprezar a existência de correlação denominando-a de muito fraca e tampouco faz sentido reservar a denominação de muito forte, ou muito alta, para aqueles coeficientes de correlação com valores de 0,9 a 1,0, que raramente são obtidos (Tabela 2).

Além de não se desprezar a existência de correlação, mesmo sendo fraca, é importante ter-se em conta que a inexistência de correlação, quando o valor de significância for superior a 0,05, pode dever-se ao fato de o tamanho da amostra não ser suficientemente expressivo para revelá-la. Por exemplo, pode existir uma correlação entre os níveis de satisfação dos moradores com os seus conjuntos habitacionais e os níveis de satisfação com a segurança em tais conjuntos, quando considerados todos os moradores (por exemplo, uma amostra de 300 respondentes de questionários), mas pode não existir tal correlação quando for considerada apenas a amostra de um conjunto formado por 20 moradores. Uma amostra com, no mínimo, 30 casos tende a ser suficiente para revelar a existência de correlações, já que, na estatística não-paramétrica, tal tamanho de amostra tende a possibilitar a aplicação de um teste estatístico de maneira adequada (por exemplo, REIS, 1992). Portanto, caso a amostra tenha 30 casos e não exista correlação, por exemplo, entre níveis de satisfação dos moradores com o seu conjunto habitacional e os níveis de satisfação com a segurança em tal conjunto, assume-se que, por

alguma razão (por exemplo, por não haver problemas de falta de segurança no conjunto, este aspecto não teria maior importância para os moradores e, logo, não teria efeito sobre outros aspectos), o nível de satisfação com a segurança no conjunto não estaria afetando a satisfação com o conjunto. Considerando que ainda é possível que o tamanho da amostra adotado (por exemplo, com 30 casos) seja insuficiente para revelar a existência de correlação, quanto maior for o tamanho da amostra, maior a probabilidade de que correlações existentes sejam reveladas.

Embora a literatura específica, desde Siegel (1956), indique que análises envolvendo variáveis nominais e ordinais requerem testes estatísticos não-paramétricos, diversos pesquisadores na área de estudos Ambiente-Comportamento, como nos Estados Unidos, não têm observado tais recomendações no que diz respeito às variáveis ordinais. As razões para tal não-observância parecem estar vinculadas ao fato de que testes estatísticos paramétricos são mais poderosos em identificar relações entre variáveis, podem tratar simultaneamente com mais de duas variáveis, e que variáveis ordinais poderiam, pelo menos em algumas circunstâncias, ser tratadas como intervalares, como no caso dos níveis de satisfação com a privacidade visual na habitação em relação ao exterior. Todavia, pode-se argumentar que tais níveis de satisfação não constituem uma variável intervalar, pois não se pode saber onde termina um determinado nível (por exemplo, satisfeito) e começa o outro (por exemplo, muito satisfeito). Ainda, a literatura sobre estatística não parece referendar tais procedimentos, o que poderia invalidá-los no caso, por exemplo, de sua utilização em uma dissertação de mestrado ou tese de doutorado. Com base nestas considerações e em função das limitações deste artigo, não serão abordados os testes estatísticos paramétricos. Contudo, considerando as características dinâmicas do conhecimento, a exploração de testes paramétricos, mesmo envolvendo variáveis ordinais, parece ser uma necessidade, principalmente em função de suas características em tratar simultaneamente com mais de duas variáveis.

Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O termo SIG (Sistemas de Informação Geográfica), ou GIS (*Geographic Information System*), foi concebido por Roger Tomlinson em 1963, assim como o primeiro SIG, um inventário nacional dos recursos naturais do Canadá (LONGLEY; BATTY, 2003). Contudo, a comercialização e a disseminação de SIG somente

começou a ocorrer no final da década de 70 e início da década de 80 (LONGLEY; BATTY, 2003). Embora possam existir várias definições, um SIG pode ser entendido como um conjunto de procedimentos computacionais para geocodificação, armazenamento, decodificação, análise e representação visual da informação sobre o espaço físico. Geocodificação é a conversão da informação espacial (por exemplo, de um mapa) em forma digital, atrelada a um sistema de coordenadas absolutas ou relativas (por exemplo, latitude/longitude) ou a uma estrutura de referência espacial (por exemplo, sistema de ruas de uma cidade) (GOLLEDGE, 2002). Logo, um SIG é um conjunto de instruções que incorporam um conjunto de procedimentos (algoritmos) para processar dados referenciados espacialmente de uma maneira formal, matemática (MARK; FRANK, 1996). Conforme mencionado por Ribeiro e Holanda (2003), o que torna o SIG diferente de outros sistemas computacionais é a possibilidade de realizar análise espacial utilizando-se dados espaciais e não espaciais, seu armazenamento num banco de dados e a simulação do mundo real. A capacidade de realizar análises espaciais é um aspecto-chave na diferenciação entre um SIG e outras formas de processamento da informação espacial, tais como bancos de dados espaciais, cartografia computacional e computação gráfica – CAD (JIANG; CLARAMUNT; KLARQVIST, 2000). As representações baseadas em SIG são uma abstração seletiva e uma simplificação da realidade ou modelagem, em que a seleção dos elementos de tal realidade é realizada conforme os objetivos da investigação (LONGLEY; BATTY, 2003).

As análises realizadas através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam a análise de vários parâmetros espaciais representados através de pontos, linhas e polígonos ou áreas (por exemplo, REIS; AMBROSINI; LAY, 2004; GOLLEDGE, 2002). Estas representações podem se dar mediante pontos em imagens raster (como no programa IDRISI) ou vetores em imagens vetoriais (como no programa ARC/INFO). Em um SIG baseado em imagens vetoriais, cada ponto ou linha está situado num plano com coordenadas, estando as localizações dos pontos caracterizadas por pares de coordenadas (MARK; FRANK, 1996). A maioria dos programas SIG inclui um conjunto de funções que possibilitam ao usuário manipular, analisar e representar os resultados de tais atividades (GOLLEDGE, 2002). Golledge (2002) ressalta o fato de que tais funções apresentam uma similaridade notável aos processos perceptivos e cognitivos, associados à cognição espacial humana, similaridade esta que é fundamental para

que o SIG seja um sistema de informação efetivo e uma ferramenta útil para a representação e análise espacial, com os conceitos incorporados no sistema e aqueles empregados pelos usuários (em função dos processos de cognição, raciocínio e comportamento espacial), sendo o mais similares possíveis, conforme destacado por Mark e Frank (1996).

Além das possibilidades analíticas, traduzidas em resultados numéricos, estudos na área Ambiente-Comportamento têm incorporado a análise através de SIG em função das possibilidades de representação gráfica de tais resultados, conforme pode ser evidenciado em vários artigos publicados nos anais dos congressos realizados pela Environmental Design Research Association (EDRA) e pela International Association for People-Environment Studies (IAPS), assim como em alguns artigos publicados nos anais dos Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTACs), promovidos pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Nesse sentido, o livro *Handbook of Environmental Psychology* (Manual de Psicologia Ambiental; BECHTEL; CHURCHMAN, 2002) inclui o capítulo *The Open Door of GIS* (A Porta Aberta de SIG; GOLLEDGE, 2002), especialmente dedicado a Sistemas de Informação Geográfica. Ainda, conforme salientado por Golledge (2002), os números nos últimos sete anos das revistas *Journal of Environmental Psychology* (Revista de Psicologia Ambiental) e *Environment and Behavior* (Ambiente e Comportamento) atestam a quantidade de diferentes pesquisas na área Ambiente-Comportamento propícias ao uso de Sistemas de Informação Geográfica.

Assim, a informação visual contribui para a compreensão dos resultados produzidos por meio das análises. Entre as informações espaciais que podem ser analisadas através de SIG estão as áreas, distâncias e ocorrências das entidades físicas representadas. Por exemplo, a utilização de SIG pode otimizar a descrição e análise de elementos constituintes de vistas a partir de unidades habitacionais, considerando as diferentes faixas ou distâncias de visualização, já que existe pouca informação com relação ao impacto dos elementos, conforme suas distâncias ao observador (por exemplo, REIS; AMBROSINI; LAY, 2004). Neste estudo encontrou-se que, por exemplo, depois de certa distância (de pelo menos 24 metros), as barreiras visuais tendem a não deteriorar a qualidade estética das vistas. Ainda, os resultados produzidos através do SIG sustentam aqueles obtidos por meio de entrevistas e questionários, sustentando os diferentes impactos estéticos

causados pelos diferentes tipos de elementos nas vistas a partir das moradias (REIS; AMBROSINI; LAY, 2004).

Ainda, análises através de SIG podem explorar de maneira mais precisa o impacto, sobre a satisfação dos moradores, das diferentes distâncias entre as aberturas das unidades habitacionais e os transeuntes, assim como os diferentes números de conexões visuais entre estes, calculando as distâncias entre pessoas nos espaços abertos e janelas das edificações, e especificando-as por meio de números e de imagens (REIS; LAY; FREITAS, 2004). A investigação mencionada revelou, por exemplo, o potencial da média das distâncias mínimas entre cada abertura e todas as pessoas no espaço aberto visualizadas através delas, assim como do número médio de pessoas visualizadas a partir das aberturas, como possíveis indicadores da adequação da privacidade visual no interior dos apartamentos térreos em relação aos transeuntes. Assim, um programa computacional do tipo SIG é um instrumento adequado para reconhecer e medir informações espaciais relevantes para análises quantitativas na área de estudos Ambiente-Comportamento (por exemplo, WEBSTER, 1993, 1994).

As análises envolvendo SIG parecem altamente promissoras na área de estudos Ambiente-Comportamento, pois auxiliam na descrição e análise dos atributos físico-ambientais, possibilitando quantificações mais detalhadas e visualização de tais atributos, e assim desenvolvendo e aprofundando as análises espaciais que envolvem usuários de distintos espaços construídos, abertos, urbanos e rurais. Entendendo SIG como aquisição de conhecimento espacial, combinações de SIG em 3D com sistemas de multimídia baseados em realidade virtual são prováveis de dominar o futuro desenvolvimento de SIG (LONGLEY; BATTY, 2003). O potencial da utilização de SIG para pesquisas envolvendo o desenho urbano tem sido detectado por pesquisadores em vários lugares, incluindo o Brasil (por exemplo, RIBEIRO; HOLANDA, 2003). Embora no seu início o SIG estivesse voltado e pudesse ser entendido como apropriado somente para a descrição e análise de grandes áreas geográficas, sua propriedade e aplicação têm incluído diferentes escalas e objetos de estudo ao longo dos últimos anos, desde o espaço de uma sala até os espaços geográficos que não podem ser percebidos de uma só vez ou com um único olhar (GOLLEDGE, 2002). Ainda, a integração de SIG (por exemplo, ARC/INFO) com programas estatísticos (por exemplo, SPSS/PC e SAS) também tem sido abordada (por exemplo, SUI, 1998).

Análise sintática

Análise sintática faz parte das idéias teóricas apresentadas, inicialmente, por Hillier e Hanson (1984) em seu livro *The Social Logic of Space* (A Lógica Social do Espaço) e sintetizadas no termo “*Space Syntax*” (Sintaxe Espacial), que pode ser definido como um conjunto de técnicas analíticas associadas a tais idéias (PEPONIS; WINEMAN, 2002). Muitos estudos têm demonstrado a importância da sintaxe espacial para modelar e entender os padrões e estruturas urbanos (JIANG; CLARAMUNT, 2002). O principal objeto da análise sintática é a configuração espacial, na forma de planta de uma edificação ou de um tecido urbano (BAFNA, 2003). Configuração significa relações que consideram outras relações (PEPONIS; WINEMAN, 2002) e que são utilizadas na análise sintática para indicar a operação de conversão do espaço contínuo em um conjunto de unidades distintas conectadas (BAFNA, 2003). Peponis e Wineman (2002) ressaltam que o espaço construído, do ponto de vista social, pode ser definido como um campo de presenças, conhecimentos mútuos e encontros estruturados. As barreiras e as conexões físicas entre os espaços organizam a maneira como os comportamentos, atividades e pessoas interagem ou ficam separados. O espaço construído pode, portanto, ser entendido como um padrão de relações que incluem distinções, separações, interfaces e conexões, que integram, segregam ou diferenciam suas partes em relação a cada uma delas próprias (PEPONIS; WINEMAN, 2002).

As medidas de acessibilidade propostas por Hillier e Hanson (1984) não consideram a forma geométrica, mas ao considerar o espaço como um padrão de relações procuram identificar propriedades socialmente significantes, através de parâmetros topológicos e numéricos que incluem o número de trocas de direção feitas, o número de limites cruzados ou o número de espaços atravessados (PEPONIS; WINEMAN, 2002). A premissa subjacente é que os aspectos sociologicamente relevantes da configuração espacial podem ser identificados a partir da descrição topológica (BAFNA, 2003). Gráficos de conexões, que consistem num conjunto de nós e conexões, unindo cada dois nós, expressam com clareza o padrão de relações entre espaços e possibilitam a análise de suas profundidades em relação a todos os demais espaços. A profundidade (*depth*) de um nó (espaço) é a soma das linhas (conexões) que são necessárias (que devem ser atravessadas) para se atingir todos os demais nós (espaços) e se constitui na medida sintática básica para distância (por exemplo, PEPONIS; WINEMAN, 2002). Tais gráficos de conexões

possibilitam, portanto, a melhor identificação da estrutura das relações espaciais (denominada de genótipo), muitas vezes não detectada mediante o simples exame visual da planta de uma edificação, com suas especificidades formais e dimensionais (denominada de fenótipo) (HILLIER; HANSON, 1984). Neste sentido, ao examinar uma grande quantidade de casas inglesas com diferentes fenótipos, através de gráficos de conexões, Hillier e Hanson (1984) encontraram que tais casas possuíam genótipos similares, que refletiam uma hierarquia associada aos valores expressos nas etiquetas sociais, regulando o contato entre a família (moradores) e comunidade (visitantes) (veja também, por exemplo, GROAT; WANG, 2002).

Espaços convexos (onde nenhuma ligação entre dois pontos internos passa pelo exterior do espaço), que constituem os mapas convexos (divisão de uma extensão espacial num conjunto formado pelo menor número de maiores espaços convexos; HILLIER; HANSON, 1984), expressam com maior fidelidade as relações sociais do que espaços classificados somente em função de seus nomes e têm sido utilizados para a análise de plantas de edificações (BAFNA, 2003).

Conforme a teoria do movimento natural, a distribuição do movimento acontece em função da configuração espacial (PEPONIS; WINEMAN, 2002). Com base nesta teoria, os padrões ou estruturas espaciais têm um grande impacto sobre as atividades e comportamentos humanos nos espaços urbanos. Decorre que, através da análise sintática, têm sido investigados os padrões de deslocamento das pessoas no espaço urbano, principalmente em relação ao uso dos espaços, à ocorrência de crimes e à orientação espacial (JIANG; CLARAMUNT, 2002; HILLIER, 1996). Com o objetivo de capturar a estrutura espacial associada com movimento, as opções que determinam a mobilidade e a conseqüente criação do potencial para encontros não planejados, *layouts* podem ser representados como um conjunto de linhas interseccionadas que passam por todos os espaços convexos, chamadas linhas axiais, que constituem o mapa axial, mapa linear ou representação linear (BAFNA, 2003; PEPONIS; WINEMAN, 2002). Portanto, a análise sintática envolve a modelação do potencial de movimento de pessoas e veículos, expressa por meio de linhas axiais. Tais linhas axiais representam o menor número possível de maiores linhas retas que passam por todos os espaços do conjunto (ou que possibilitem a visualização de todos os espaços através delas), sistema ou configuração espacial sendo considerada (HILLIER; HANSON, 1984). A medida de acessibilidade sintática (revela o potencial de movimento), que possibilita a

comparação de sistemas de diferentes tamanhos, caracterizados por espaços lineares, como ruas ou circulações em edifícios, ou por espaços convexos, chama-se integração (por exemplo, PEPONIS; WINEMAN, 2002). Dessa forma, a análise sintática possibilita a identificação, através dos valores de integração calculados para as linhas axiais constituintes da configuração espacial considerada, dos diferentes níveis de acessibilidade e potencial de movimento das vias constituintes de tal configuração. Espaços ou vias mais integradas são mais facilmente acessáveis a partir dos espaços ou vias do sistema, enquanto aqueles menos integrados ou mais segregados estão mais isolados em relação ao conjunto de espaços do sistema. O mapa axial tem sido utilizado por pesquisadores cujo foco de estudo é o movimento no espaço urbano ou no interior de um edifício (BAFNA, 2003). O potencial de movimento (ou nível de acessibilidade) pode ser investigado, por exemplo, em relação à segurança do espaço urbano. Vários estudos têm encontrado uma relação entre potencial de movimento e segurança, entre os quais o estudo realizado por Hillier no bairro de Barnsbury, em Londres, onde espaços mais integrados apresentavam menor número de roubos, enquanto espaços mais segregados apresentavam maior número de roubos (por exemplo, REIS; PORTELLA; BENNETT; LAY, 2004a). Ainda, podem ser feitos estudos, por exemplo, de plantas de edificações, em termos de campos visuais através da geração de isovistas, campos visuais que consideram toda a área visível ao redor de um determinado ponto (por exemplo, PEPONIS; WINEMAN, 2002; REIS; LAY, 2003a). Examinando a relação entre atributos de campos visuais e privacidade no interior de habitações de interesse social na Região Metropolitana de Porto Alegre, verifica-se que o índice que indica a relação entre a área da isovista produzida a partir de um ponto central da sala de estar principal e a área total útil da moradia revela, com certa confiabilidade, a adequação da privacidade visual interna (REIS; LAY, 2003a).

Conforme acima mencionado, em relação ao SIG, estudos na área Ambiente-Comportamento têm incorporado a análise sintática em função de suas possibilidades analíticas e de representação gráfica dos resultados, conforme pode ser evidenciado em vários artigos publicados nos anais dos congressos realizados pela EDRA e pela IAPS, assim como em alguns artigos publicados nos anais dos ENTACs, promovidos pela ANTAC. Da mesma forma, o livro *Handbook of Environmental Psychology* (Manual de Psicologia Ambiental; BECHTEL; CHURCHMAN, 2002) contém o capítulo *Spatial Structure of Environment and Behavior* (Estrutura Espacial do Ambiente e Comportamento;

PEPONIS; WINEMAN, 2002) especificamente dedicado à análise sintática. Em seu livro *Architectural Research Methods*, Groat e Wang (2002) consideram a análise sintática como parte do que eles chamam de argumentação lógica, trabalhos cujo principal atributo é o estabelecimento de uma ordem lógica a um conjunto de fatores, previamente desconectados, atuando como um sistema primário que sustenta estudos secundários, em função de seu amplo poder explicativo. Por exemplo, Hanson (1994) utiliza gráficos de conexões (sistema primário) para analisar sintaticamente plantas de casas projetadas pelos arquitetos Mario Botta, Richard Meier, John Hejduk e Adolf Loos, e revelar aspectos culturais destas (veja, também, GROAT; WANG, 2002).

Existe também uma integração entre análise sintática e SIG que pode ser observada em vários artigos (por exemplo, JIANG; CLARAMUNT, 2002; JIANG; CLARAMUNT; KLARQVIST, 2000), incluindo aqueles publicados nos anais dos congressos internacionais de Space Syntax – Sintaxe Espacial (por exemplo, DALTON; PEPONIS; DALTON, 2003; RIBEIRO; HOLANDA, 2003). Tal integração oferece novas perspectivas ao desenvolvimento dos estudos relacionados à morfologia urbana (JIANG; CLARAMUNT, 2002).

A análise sintática tende a ser realizada por meio de programas computacionais, como o Axman (desenvolvido por Hillier e colaboradores, na *Bartlett School of Architecture, UCL - University College London*) e o *Spatialist* (desenvolvido por John Peponis et al. (1997, 1998a, 1998b) no *Georgia Institute of Technology – College of Architecture*). Considerando que os programas estatísticos têm permitido um grande avanço na análise de dados, a análise sintática, tal qual a análise através de SIG, tem seu desenvolvimento dependente do desenvolvimento, em geral, da informática e, em particular, de programas computacionais específicos e das conexões via Internet (por exemplo, LONGLEY; BATTY, 2003). Através destes desenvolvimentos, poderão ser ultrapassados problemas e limitações que têm sido identificados tanto na análise sintática quanto nas análises através de SIG e em análises envolvendo conjuntamente a sintaxe espacial e SIG (por exemplo, JIANG; CLARAMUNT, 2002; SUI, 1998; MARK; FRANK, 1996). Tentativas neste sentido já têm sido apresentadas, por exemplo, nos artigos *Integration of Space Syntax into GIS: New Perspectives for Urban Morphology* (JIANG; CLARAMUNT, 2002) e *An Integration of Space Syntax into GIS for Modelling Urban Spaces* (JIANG; CLARAMUNT; KLARQVIST, 2000).

Conclusão

Conforme os objetivos deste artigo, foram apresentados procedimentos de pesquisa em arquitetura e desenho urbano, geralmente aplicados na área de estudos Ambiente-Comportamento. A conceituação desta área revela a formalização de um campo de estudos envolvendo as relações entre as edificações, os espaços urbanos e os seus usuários. As conseqüentes implicações metodológicas traduzem-se na necessidade da consideração das atitudes e comportamentos dos usuários de tais espaços na coleta e análise de dados, conforme os objetivos das investigações.

O enfoque nos métodos de descrição e análise quantitativos não somente considera a análise estatística não-paramétrica de variáveis de natureza nominal e ordinal, utilizadas na área Ambiente-Comportamento, mas também inclui métodos que têm sido incorporados num número crescente de estudos na área, como SIG e análise sintática, com contribuições visíveis para o aprofundamento e visualização das análises envolvendo os espaços construídos e os seus usuários. Embora a análise quantitativa estatística tenha a sua importância como forma de sustentar cientificamente a existência ou não de relações entre variáveis, o SIG e a análise sintática, conforme evidenciado neste artigo, oferecem novas possibilidades descritivas e analíticas, com o atributo de possibilitarem a visualização dos resultados de tais análises, facilitando a compreensão e despertando o interesse de pesquisadores e demais interessados nos temas investigados. Estes são métodos que estão intrinsecamente associados às investigações na área Ambiente-Comportamento, já que auxiliam na descrição e análise dos atributos do ambiente e, assim, permitem que os dados relativos ao comportamento possam ser comparados a atributos ambientais que apresentam uma descrição mais estruturada e detalhada.

Dessa forma, espera-se que as análises quantitativas na área de estudos Ambiente-Comportamento aqui abordadas, assim como as referências mencionadas, possam auxiliar na compreensão dos tipos de análises passíveis de ser realizadas na área e possibilitar a realização de algumas destas em estudos que investiguem a relação entre as edificações, os espaços urbanos e os seus usuários.

Referências

- BACKSTROM, C.; HURSH-CESAR, G. **Survey research**. New York: John Wiley & Sons, 1981.
- BAFNA, S. Space Syntax: A brief introduction to its logic and analytical techniques. **Environment and Behavior**, London, v. 35, n. 1, p. 17-29, 2003.
- LONGLEY, P.; BATTY, M. (Ed.). **Advanced spatial analysis: The CASA Book of GIS**. Redlands, CA: ESRI Press, 2003.
- BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Ed.). **Handbook of Environmental Psychology**. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- BECHTEL, R.; MARANS, R.; MICHELSON, W. (Ed.). **Methods in environmental and behavioural research**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.
- BONNES, M.; SECCHIAROLI, G. **Environmental Psychology: a psycho-social introduction**. London: SAGE Publications, 1995.
- BRYMAN, A.; CRAMÉR, D. **Quantitative analysis for social scientists**. London: Routledge, 1990.
- GROAT, L.; WANG, D. **Architectural research methods**. New York: John Wiley & Sons, 2002.
- GOLLEDGE, R. The Open Door of GIS. In: BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Ed.). **Handbook of Environmental Psychology**. New York: John Wiley & Sons, 2002. p. 244-255.
- HANSON, J. Deconstructing' Architectes' Houses. **Environment and Planning B: Planning and Design**, Londres, v.24, p.675-704, 1994.
- HILLIER, B. **Space is the machine**. Cambridge: Cambridge University, 1996.
- HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University, 1984.
- ISAAC, S.; MICHAEL, W. B. **Handbook in research and evaluation**. San Diego, California: EdITS/Educational and Industrial Testing Services, 1997.
- JIANG, B.; CLARAMUNT, C. Integration of space syntax into GIS: new perspectives for urban morphology. **Transactions in GIS**, Oxford, v. 6, n. 3, p. 295-309, 2002.
- JIANG, B.; CLARAMUNT, C.; KLARQVIST, B. An Integration of Space Syntax into GIS for Modelling Urban Spaces. **International Journal of Applied Earth Observation and**

- Geoinformation**, Enschede, v. 2, n. 3-4, p. 161-171, 2000.
- KERLINGER, F. **Foundations of Behavioural Research Educational and Psychological Inquiry**. London: Holt, Rinehart and Winston, 1970.
- KRUSKAL, L.; WISH, M. **Multidimensional scaling**. Beverly Hills, CA: Sage, 1978.
- LAY, M. C. **Responsive site design, user environmental perception and behaviour**. 1992. 290 f. Tese (Doctor of Philosophy em Arquitetura) - Post Graduate Research School, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, 1992.
- LEEDY, P.D. **Practical research: planning and design**. New York: MacMillan, 1989.
- LOW, S. Qualitative Methods in Research Design. In: ZUBE, E. H.; MOORE, G. T. (Ed.). **Advances in environment, behaviour and design**. New York: Plenum Press, 1987. v. 1, p. 279-303.
- MARANS, R.; AHRENTZEN, S. Quantitative methods in research design. In: ZUBE, E. H.; MOORE, G. T. (Ed.). **Advances in environment, behaviour and design**. New York: Plenum Press, 1987. v. 1, p. 251-277.
- MARK, D. M.; FRANK, A. U. Experimental and formal models of geographic space. **Environment and Planning B: Planning and Design**, London, v. 23, p. 3-24, 1996.
- MOSER, C.; KALTON, G. **Survey methods in social investigations**. London: Heinemann Educational, 1981.
- NORUSIS, M. **The SPSS GUIDE to Data Analysis: for Release 4**. Chicago: SPSS Inc., 1990.
- PEPONIS, J.; WINEMAN, J. Spatial structure of environment and behavior. In: BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Ed.). **Handbook of Environmental Psychology**. New York: John Wiley & Sons, 2002. p. 271-291.
- PEPONIS, J.; WINEMAN, J.; RASHID, M.; KIM, S.; BAFNA, S. On the description of shape and spatial configuration inside buildings: convex partitions and their local properties. **Environment and Planning B: Planning and Design**, London, v. 24, p. 761-781, 1997.
- PEPONIS, J.; WINEMAN, J.; BAFNA, S.; RASHID, M.; KIM, S. On the generation of linear representations of spatial configuration. **Environment and Planning B: Planning and Design**, London, v. 25, p. 599-576, 1998a.
- PEPONIS, J.; WINEMAN, J.; RASHID, M.; BAFNA, S.; KIM, S. Describing plan configuration according to the co-visibility of surfaces. **Environment and Planning B: Planning and Design**, London, v. 25, p. 693-708, 1998b.
- PROSHANSKY, H.; ITTELSON, W.; RIVLIN, L. (Ed.). **Environmental psychology: man and his physical setting**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1970.
- REIS, A. Transformations of public housing: residents' evaluations and uses of internal and external private spaces. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ENVIRONMENTAL DESIGN RESEARCH ASSOCIATION, 31., 2000, San Francisco. Building Bridges: Connecting People, Research and Design. **Proceedings...** San Francisco, USA: EDRA, 2000. p. 46-52.
- REIS, A.; AMBROSINI, V.; LAY, M. C. Qualidade de campos visuais, SIG e percepção dos residentes de habitação de interesse social. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2004.
- REIS, A.; LAY, M. C. Privacidade na habitação: atitudes, conexões visuais e funcionais. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 21-33, 2003a.
- REIS, A.; LAY, M.C. Habitação de interesse social: uma análise estética. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 7-19, 2003b.
- REIS, A.; LAY, M.C. **As Técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído**. Gramado, RS: Curso III Encontro Nacional - I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995.
- REIS, A.; LAY, M. C.; FREITAS, J. Privacidade visual interna e movimento de pessoas no exterior: satisfação e SIG. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 10., 2004, São Paulo. Construção Sustentável-Construcción Sostenible. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004. CD-ROM.
- REIS, A.; PORTELLA, A.; BENNETT, J.; LAY, M. C. Acessibilidade e Segurança: Análise Sintática e Perceptiva em Conjuntos Habitacionais. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. Construção Sustentável-Construcción Sostenible. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004a. CD-ROM.

REIS, A.; PORTELLA, A.; BENNETT, J.; LAY, M. C. Avaliação estética por moradores de conjuntos habitacionais: ênfase na composição arquitetônica. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. Construção Sustentável-Construcción Sostenible. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004b. CD-ROM.

REIS, A. **Mass housing design, user participation and satisfaction**. 1992. 361 f. Tese (Doctor of Philosophy em Arquitetura) - Post Graduate Research School, School of Architecture, Oxford Brookes University, Oxford, 1992.

RIBEIRO, R. J.; HOLANDA, F. Application of geotechnology to urban configuration. In: SPACE SYNTAX INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 4., 2003, London. **Proceedings...** London: Space Syntax Laboratory, 2003. p. 47.1-47.14.

DALTON, N.; PEPONIS, J.; DALTON, R. To tame a TIGER one has to know its nature: extending weighted angular integration analysis to the description of GIS road-centerline data for large scale urban analysis. In: SPACE SYNTAX INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 4., 2003, London. **Proceedings...** London: Space Syntax Laboratory, 2003. p. 65.1-65.10.

ROSENTHAL, R.; ROSNOW, R. L. **Essentials of behavioral research: methods and data analysis**. New York: McGraw-Hill, 1991.

ROWNTREE, D. **Statistics without tears**. London: Penguin, 1981.

SOMMER, B.; SOMMER, R. **A practical guide to behavioral research**. New York: Oxford University Press, 1997.

SIEGEL, S. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. London: McGraw-Hill Book Company, 1956.

SUI, D. GIS-based urban modelling: practices, problems, and prospects. **International Journal of Geographical Information Science**, London, v. 12, n. 7, p. 651-671, 1998.

WEBSTER, C. GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 1: description. **Environment and Planning B: Planning and Design**. London, v. 20, p. 709-728, 1993.

WEBSTER, C. GIS and the scientific inputs to urban planning. Part 2: prediction and prescription. **Environment and Planning B: Planning and Design**. London, v. 20, p. 709-728, 1994.

WHYTE, W. **The social life of small urban spaces**. Washington, D.C.: The Conservation Foundation, 1980.

ZEISEL, J. **Inquire by design: tools for environment-behaviour research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.