

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO URBANO DOS USUÁRIOS DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE METROVIÁRIO: UM ESTUDO DE CASO PARA O METRÔ DE BRASÍLIA DF – BRASIL

Érica Cristina Silva Marques

Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia - Prédio SG-12, 1º andar Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy
Ribeiro - Asa Norte - C E P - 70910 – 900, Brasília - DF / Brasil. Fone/Fax: + 55 (61) 3307- 1931
ericacristinasm@gmail.com

Pastor Willy Gonzales Taco

Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia - Prédio SG-12, 1º andar Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy
Ribeiro - Asa Norte - C E P - 70910 – 900, Brasília - DF / Brasil. Fone/Fax: + 55 (61) 3307- 1931
pwgtaco@gmail.com

Alexandre Henrique Silva

Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia- Prédio SG-12, 1º andar Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy
Ribeiro - Asa Norte - C E P - 70910 - 900, Brasília - DF / Brasil. Fone/Fax: + 55 (61) 3307- 1931
alexandrehe@gmail.com

RESUMO

O presente artigo apresenta uma metodologia que tem por objetivo identificar e analisar os padrões de deslocamento espaço-temporal urbano dos usuários de um Sistema de Transporte Metroviário (STM), fazendo uso do conceito de Prisma Espaço-Tempo e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Assim a metodologia foi aplicada a um estudo de caso na cidade de Brasília DF, Brasil, onde o STM está em fase de expansão e consolidação, ocasionando que o Metrô ainda não atenda à população com toda sua capacidade. Além disso, o processo de integração tarifária e temporal tem avançado pouco, e as infra-estruturas de suporte, tais como estacionamentos, bicicletários são quase inexistentes. Deste modo surge a necessidade de estudos que viabilizem a integração com outros meios de transporte, diminuindo assim o tempo de deslocamento, o custo das viagens, e tornando mais atrativo o uso do STM. Mas, para viabilizar a integração do metrô com outros meios de transporte e infra-estruturas é necessário conhecer as influências do Metrô nos deslocamentos dos usuários. Desta forma por meio da metodologia aplicada foi possível avaliar os padrões de deslocamento dos usuários do STM de Brasília DF, tanto em relação ao espaço quanto ao tempo. Observou-se que as estações do Metrô apresentam comportamentos de prestação de serviço diferenciados, muitas vezes influenciados pelas condições das infra-estruturas de acesso ao sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Padrões de deslocamentos espaço-temporal, Prisma espaço-tempo, Sistemas metroviários, Sistemas de Informação Geográfica.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, a análise dos deslocamentos dos usuários do sistema de transporte metroviário será feita por meio dos agrupamentos das características dos deslocamentos em padrões de viagens. O termo padrão de viagens é usado para se referir a um conjunto de viagens realizadas pelo indivíduo dentro de um dado período de tempo, considerando atributos de viagem tais como modo de transporte e tempo de viagem. (Pitombo, 2003). Os padrões de viagens estudados neste trabalho terão como principais atributos o espaço, os deslocamentos dos usuários até chegar à estação do Sistema de Transporte Metroviário (STM), seu modo de transporte, bem como o tempo gasto, e o período do dia em que ocorrem os deslocamentos. Com esses atributos consegue-se estabelecer o padrão espaço-temporal urbano dos usuários do transporte metroviário. Considerando que uma das principais características dos padrões de deslocamento é a variável espaço-temporal, serão abordados temas relacionados com as técnicas do Prisma Espaço-Tempo e dos Sistemas de Informação Geográfica, além das principais características do STM.

Destarte, o presente artigo está dividido em 5 itens. O primeiro apresentado como introdução, o segundo trata de uma breve revisão bibliográfica sobre a importância do estudo de padrões de deslocamentos, da utilidade dos Sistemas de Informação Geográfica e da técnica do Prisma Espaço-Tempo. No terceiro item é apresentada a metodologia; no quarto item sua aplicação ao STM de Brasília, como estudo de caso, em que são incluídos: a contextualização da área de estudo; a identificação dos hábitos de deslocamentos dos usuários do STM; a determinação dos padrões de deslocamento espaço-temporal; e, a análise com base na técnica do Prisma Espaço-Tempo dos padrões de deslocamento espaço-temporal das estações Galeria e 114 Sul. O quinto e último item abrange a conclusão do trabalho.

2. PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO

A análise dos padrões de deslocamento espaço-temporal é de fundamental importância para o estudo do planejamento de transportes, pois caracterizam os deslocamentos que influenciam a organização da cidade. O conjunto de possíveis padrões de viagens está sujeito a vários fatores externos que podem alterar a rotina diária individual. Desta forma, a abordagem baseada em atividades se apresenta como uma forma mais adequada para a análise da demanda por transportes (Arruda, 2005).

A ênfase da participação em atividades focada na sequência de sua realização, fornece informações sobre a forma pelas quais os indivíduos, e a localização de seus domicílios modificam suas participações em atividades. Seja em resposta à aplicação de determinadas políticas de transportes e de uso do solo, ou pela forma como esse processo afeta a dinâmica urbana em uma cidade (Arruda, 2005), o entendimento dos deslocamentos facilita o planejamento de transporte. O deslocamento de pessoas, que depende das características do sistema de transporte de passageiros, é um fator importante na caracterização da qualidade de vida de uma sociedade e, por consequência, do seu grau de desenvolvimento econômico (Ferraz e Torres, 2001). Para estudar os fatores que influenciam os deslocamentos, são utilizados métodos tais como a análise espaço-temporal baseada na determinação dos fatores que influenciam os deslocamentos individuais (Camila, 2004). As restrições impostas a um indivíduo para sua participação em atividades dispersas no tempo e no espaço, foram estudadas por Hägerstrand (1970) formulando o modelo Prisma Espaço-Tempo (Figura 1). Este modelo pode ser utilizado para definir quais as regiões de tempo e espaço que podem

ser alcançadas por um indivíduo, dado um conjunto de restrições a ele impostas e o modo de transporte utilizado (Arruda, 2005). O Prisma Espaço-Tempo, obtido por meio dos Sistemas de Informação Geográfica, se torna útil na análise dos padrões de deslocamentos das pessoas com base em suas atividades.

2.1 Sistemas de Informação Geográfica e Prisma Espaço-Tempo

Os Sistemas de Informação Geográfica agregam elementos de Tecnologia (equipamentos e programas), de Banco de Dados (imagens, mapas, dados estatísticos, etc) e de Pessoal (usuários treinados, manutenção e suporte técnico), para a manipulação de dados através de procedimentos computacionais. Sendo capazes de realizar “análises espaciais”, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georreferenciados para a obtenção de novas informações (Dantas et al, 1996). Assim os SIG são sistemas de informações construídos especialmente para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para tratá-los (Câmara et al., 1996). Assim os pontos de origem e destino dos deslocamentos de pessoas e seus padrões podem ser armazenados e analisados fazendo uso da técnica do Prisma Espaço-Tempo e dos SIG (Figura 1).

3. Metodologia

Para a elaboração deste estudo foram seguidas as etapas metodológicas de: Contextualização da área de Estudo, Identificação dos Hábitos de Deslocamento dos Usuários, Determinação dos Padrões de Deslocamento espaço-temporais e Análise dos Padrões Espaço-Temporais de estações metroviárias.

3.1. Contextualização da Área de Estudo

A contextualização da Área de estudo permite entender características culturais e sociais que influem no comportamento do STM. Algumas informações que caracterizam a área de estudo são: atividades de uso do solo nas áreas próximas ao metrô; fluxo de passageiros nas estações; diversidade de usuários (idade, sexo, profissão) em cada estação; diagnóstico do sistema de transporte da cidade (incluindo quantidade de usuários que utilizam transporte público e transporte privado); projetos que visam melhorar o tráfego de veículos da cidade e caracterização do sistema metroviário (que inclui horário de funcionamento, quantidade de trens, número de estações e, a previsão de expansão de linhas ou estações). Essas informações permitem a contextualização da área de estudo, e possibilitam inferir e interpretar o comportamento dos usuários e os resultados obtidos nas próximas etapas.

3.2. Identificação dos Hábitos de Deslocamento dos Usuários do STM

Para a identificação dos hábitos de deslocamentos dos usuários do STM é necessário realizar pesquisas de campo, georreferenciar os dados obtidos em um SIG. Esta etapa segue o procedimento desenvolvido por Silva (2007), que consiste no emprego de questionários a serem aplicados aos usuários do STM. Os principais dados coletados são: socioeconômicos; relativos aos hábitos de viagem tais como atividade de origem (trabalho, escola, lazer); horário que utilizam o STM; e, aspectos qualitativos do metrô tais como qualidade no serviço prestado. A aplicação de questionário de pesquisa deverá ser para uma amostra de usuários a serem entrevistados, considerando os locais de aplicação e o número de pesquisadores necessários para coleta.

Os dados obtidos com a pesquisa devem ser tabulados e inseridos no ambiente SIG para análise dos deslocamentos dos usuários. Nesta etapa também é possível fazer uma análise qualitativa dos dados obtidos, tais como caracterizar os atributos socioeconômicos dos viajantes por estação e em todo o STM; os principais meios de locomoção; motivos de viagem; dias da semana e horário de utilização do STM. Essa análise qualitativa pode servir de base para que os gestores do STM tomem medidas para ajustar o serviço oferecido às necessidades dos usuários.

3.3. Determinação dos Padrões Espaço-Temporais

Os padrões de deslocamento espaço-temporais são caracterizados pelo tempo de deslocamento dos usuários até a estação, pelo modo de locomoção dos usuários e pelo motivo da viagem. Para conhecer quantitativamente os padrões espaço-temporais é necessário transformar os atributos de deslocamento em códigos do tipo XYZ, em que X é um código atribuído para o tempo de deslocamento que pode ser agregado em categorias de horário (ex: 0-15 min, 15-30 min, 30-60 min e acima de 60 min), Y é um código para modo de viagem (a pé, bicicleta, automóvel) e Z é um código para motivo de viagem (casa, trabalho, escola). Outra codificação que auxilia na análise dos dados é concatenar no início do código uma sigla que indique a estação monitorada, exemplo: EstaçãoXYZ.

A análise dos padrões depende da organização dos dados obtidos, sendo necessário conhecer os padrões mais frequentes e assim inferir qual é o comportamento dos usuários nas estações. A codificação dos padrões permite conhecer qual a estação com maior quantidade de usuários e qual o principal comportamento destes.

3.4. Análise dos Padrões Espaço-Temporais de Estações Metroviárias

A partir do conhecimento obtido com a contextualização da área de estudo, do georreferenciamento da origem dos deslocamentos dos usuários e da determinação dos padrões mais frequentes é possível analisar o comportamento dos indivíduos nas estações metroviárias.

A principal contribuição do georreferenciamento dos usuários é poder analisar os indivíduos considerando a distância percorrida da origem até a estação, podendo-se conhecer o raio de abrangência de cada estação e verificar se sua posição atende aos deslocamentos dos usuários. Outra análise que pode ser feita é a comparação dos raios de abrangência entre duas ou mais estações e assim observar se há sobreposição na sua área de atendimento ou um grande distanciamento entre estas.

Para analisar uma estação específica é importante ressaltar peculiaridades como padrões de indivíduos que percorrem uma grande distância para chegar até a estação ou que possuem um tempo de deslocamento maior. Essas peculiaridades podem ser indícios de que o STM não atende eficientemente aos usuários. Nesta caracterização também é necessário conhecer quais são os padrões mais frequentes na estação. A análise final dos padrões pode ser feita com a utilização da técnica do prisma espaço-tempo que considera os deslocamentos máximos percorridos de um indivíduo e o tempo máximo de deslocamento. Assim o prisma traduz quais as regiões do espaço urbano podem ser alcançadas por um indivíduo considerando um conjunto de restrições a ele imposto.

4. ESTUDO DE CASO: Sistema de Transporte Metroviário de Brasília DF.

Será aplicado o procedimento metodológico desenvolvido baseado no modelo Prisma Espaço-Tempo e no SIG, com o objetivo de determinar e analisar os padrões espaço-temporais de deslocamento urbano dos usuários do STM de Brasília DF, Brasil.

4.1. Etapa 1: Contextualização da Área de Estudo

A contextualização da área de estudo é importante para o conhecimento dos fatores que influem nas características do Sistema de Transporte Metroviário. Tais fatores podem ter diversas fontes, porém as mais importantes como atividades de uso do solo nas áreas próximas, o fluxo de passageiros nas estações, o comportamento dos usuários em cada estação, as características do sistema metroviário de Brasília e até mesmo a cidade de Brasília como um todo, foram considerados.

A cidade de Brasília, capital da República Federativa do Brasil, está localizada no Planalto Central. Diferente de outras cidades brasileiras, e até mesmo no âmbito internacional, Brasília nasceu como uma cidade planejada. Próxima a celebrar seus 50 anos, apesar de não ter características de grande metrópole, possui um sistema de transporte complexo. Com uma população superior a 2 milhões de habitantes, Brasília apresenta uma média de um veículo para cada dois habitantes, a mesma proporção da cidade de São Paulo. Até o mês de março de 2008, o DF alcançou a casa dos 982 mil veículos. Somando-se à quantidade de veículos de outros estados e principalmente do entorno que circulam no DF, esse número aumenta significativamente. O resultado disso é a falta de vagas para estacionar e o engarrafamento produzido no sistema viário de Brasília e das cidades satélites. Segundo estudos da CODEPLAN (2000) a porcentagem da população que utiliza o modo de transporte por ônibus é cerca de 30% do total, para os principais motivos de viagem, que são trabalho e estudo, e que na sua maioria estão localizados na área central de Brasília o Plano Piloto. Como saída do problema, o governo do Distrito Federal vem desenvolvendo projetos tais como “Brasília Integrada”, que visa à melhoria do transporte público e deverá motivar a população a deixar o carro em casa e utilizar o ônibus ou metrô.

Em termos do STM de Brasília tem-se os seguintes elementos: O Metrô-DF opera com 20 trens. Tem 42 quilômetros de linha em funcionamento, que liga a Rodoviária do Plano Piloto as cidades satélites Ceilândia e Samambaia, passando pelas cidades de Guará, Águas Claras e Taguatinga (Figura 2), além da Asa Sul. O sistema transporta cerca de 80 mil passageiros por dia, de segunda a sexta-feira, das 6h às 23h30h. Em forma de ‘Y’, a linha total do Metrô é composta por 29 estações, destas, 21 estão em pleno funcionamento. A previsão é que dez delas passem a funcionar como terminais de integração metrô/ônibus, com estações integradas a espaços comerciais e terminais rodoviários, para tornar possível a integração com o ônibus (METRO DF, 2007).

4.2. Etapa 2: Identificação dos Hábitos de Deslocamento dos Usuários

Para caracterização dos hábitos de deslocamento dos usuários do STM foram definidos os seguintes passos:

- Definição dos dados e informações a serem coletados: dados socioeconômicos (sexo, idade, etc); dados relativos aos hábitos de viagem (atividade de onde veio, horário que utiliza o metrô); e, dados relativos aos aspectos qualitativos (qualidade do funcionamento);

- Elaboração de instrumento de coleta de pesquisa e desenvolvimento de um Banco de Dados;
- Codificação das características das estações metroviárias
- Seleção da amostra, compreendida por 660 usuários, do horário, distribuído em dois períodos: 07h00 às 08h15 e 18h00 e 19h15; da estação, 16 operacionais na época; e, distribuição do número de pesquisadores necessários para coleta.
- Execução da pesquisa de campo, realizada no dia 13 de junho de 2007, com uma quantidade de 730 entrevistas realizadas;
- Tabulação dos dados e montagem do Banco de Dados;
- Georeferenciamento, por meio de um SIG, dos dados e informações de deslocamento dos usuários do STM de Brasília DF.

O georreferenciamento permitiu a visualização espacial da localização dos usuários do STM permitindo consultas geográficas correspondentes, como exemplo avaliações das distâncias que os usuários percorreram até a estação. Desta forma as características dos usuários do Metrô juntamente com seu georreferenciamento permitem a análise com mais detalhes dos padrões espaço-temporais de seus deslocamentos. Na Figura 3 é possível verificar o resultado do georreferenciamento, em que, por exemplo, os círculos mais escuros mostram a localização de origem dos usuários entrevistados na estação 114 Sul.

Posteriormente ao georreferenciamento foram analisados os atributos dos viajantes entrevistados, considerando suas características socioeconômicas e seus hábitos de viagens. Os atributos socioeconômicos foram agrupados em seis itens: sexo, idade, grau de instrução, atividade principal, atividade secundária e renda familiar. Os hábitos de viagem fornecem dados sobre o Modo de locomoção dos usuários, o Motivo da viagem, Horários utilizados pelos viajantes, quantos dias da semana e em qual horário utilizam o Metrô. Os hábitos de viagem variam de acordo com o turno de aplicação do questionário e com a estação monitorada.

4.3. Etapa 2: Determinação dos Padrões de Deslocamento Espaço-Temporais

Os padrões de deslocamento espaço-temporal dependem do tempo, do modo e do motivo dos deslocamentos. Assim, os tempos de viagem foram calculados pela diferença entre a hora de início da entrevista e a hora em que o indivíduo saiu do local de origem da viagem. Para a melhor caracterização dos tempos de viagem, estes foram separados em quatro diferentes grupos, e codificados da seguinte maneira: grupo 1, código “1”, utilizado para deslocamentos de 0 – 15 minutos; grupo 2, código “2”, para 15 – 30; grupo 3, código “3”, para 30 – 60; e, grupo 4 para deslocamentos acima de 60 min. Observa-se que 68,79% das viagens realizadas, concentram-se no grupo 1 de 0 – 15 min, e são viagens realizadas a pé. Isto, de certa forma, comprova a falta de integração do metrô com outras modalidades de transporte. Na Figura 4 apresenta-se a distribuição percentual do tempo de percurso em relação às estações do STM. Percebe-se que estações como Samambaia (SAM), Shopping (SHP), Asa Sul (ASA), 114 Sul e Central apresentam um percentual maior de usuários que levam de 15 a 30 min para chegar até a estação.

Para o modo de viagem foi estabelecida a seguinte codificação: 1 para viagens a pé; 2 para bicicleta; 3 para automóvel; 4 para carona automóvel; 5 para motocicleta; 6 para van; 7 para ônibus; 8 para táxi; e, 9 para outros modos. Na Figura 5 é possível visualizar os diferentes modos de deslocamento em cada estação. Foi observado que o segundo

modo mais utilizado é o ônibus em estações como Relógio (REL), Asa Sul, Central (CTL) e 114 Sul. As estações com maior heterogeneidade em termos da utilização dos modos são a Estação Relógio e Arniqueiras (ARN), apresentando a utilização de modos como motocicleta e bicicleta.

No caso do motivo de viagem, a codificação adotada foi a seguinte: 1 para casa; 2 para trabalho; 3 para escola; 4 para saúde; 5 para lazer; 6 para compras; e, 7 para outros motivos. É importante ressaltar que para as estações monitoradas pela manhã o motivo de viagem considerado é o destino (para onde vai), já nas estações monitoradas pela tarde o motivo de viagem considerado é a origem (de onde veio), visto que nas estações visitadas pela tarde a maioria dos usuários está voltando para casa. A Figura 6(a) das estações monitoradas pela manhã, apresenta que o principal motivo de viagem são o trabalho e escola. A Figura 6(b) mostra que os motivos de viagem preponderantes são casa e trabalho.

A partir da codificação atribuída ao tempo de percurso, modo e motivo, foram construídos os padrões de deslocamento. Os padrões foram representados por três algarismos: o primeiro referente aos códigos atribuídos para o tempo de percurso, o segundo se refere aos códigos que representam o modo de viagem e o terceiro se refere aos códigos utilizados para a representação da origem da viagem. A Figura 7 ilustra um exemplo do procedimento de combinação de códigos para a obtenção dos padrões. A figura mostra que o padrão “122” corresponde àqueles indivíduos que obtiverem um tempo de percurso de 0-15 min, se deslocaram de bicicleta até a estação e com motivo trabalho. Fazendo a combinação dos códigos obteve-se um total de 56 padrões para as estações monitoradas de manhã (Relógio, Centro Metropolitano (MET), Taguatinga Sul (TAS), Furnas, Samambaia Sul (SAS) e Samambaia) e 71 padrões para as estações monitoradas a tarde. A Figura 8 ilustra os quatro padrões encontrados que apresentaram maior frequência na análise.

Para a completa caracterização dos padrões foi importante verificar quais os padrões mais frequentes de acordo com as estações. Para isso foram adicionadas aos códigos dos padrões, as iniciais das estações. A Figura 7 apresenta um exemplo do procedimento proposto. O padrão “GAL122” corresponde aos indivíduos que chegaram à estação Galeria, tiveram um tempo de percurso de 0-15 min, utilizaram bicicleta como transporte e saíram do trabalho. Fazendo a combinação dos códigos atribuídos nos itens anteriores com as iniciais de suas respectivas estações obteve-se um total de 110 padrões para as estações monitoradas pela manhã, e 167 para as monitoradas a tarde. A Figura 9 ilustra os quatro padrões mais frequentes considerando estação metroviária.

4.4. Etapa 2: Análise dos Padrões Espaço-Temporais: Estações Galeria e 114 Sul

Para a análise dos padrões espaço-temporais foram georreferenciados os indivíduos das estações Galeria e 114 Sul. A Figura 10 apresenta os indivíduos da estação 114 Sul que são representados pelo símbolo em forma de cruz e os indivíduos da Galeria pelo símbolo em forma de triângulo.

A Figura 11 apresenta os indivíduos classificados por seus respectivos padrões e as áreas de abrangência dessas estações. Na estação 114 Sul o padrão predominante é o 212 (desloca-se entre 15-30 min, modo a pé, motivo trabalho), com uma frequência de 12,50%. Já na estação Galeria o padrão predominante é o 112 (desloca-se entre 0-15 min, modo a pé, motivo trabalho) com uma frequência de 42,31%. Ao se observar a

Figura 11 se percebe que a estação 114 Sul possui uma área de abrangência superior à estação Galeria. Uma das explicações para este fato é a falta de estações em funcionamento entre a estação Galeria e a estação 114 Sul. O que faz com que os usuários em modos motorizados prefiram utilizar a estação 114 Sul no horário de pico, possivelmente pela dificuldade de acesso por esses modos.

Para uma análise mais detalhada escolheu-se a estação 114 sul, com 40 usuários entrevistados. Devido ao seu caráter heterogêneo a estação possui 5 padrões predominantes e algumas peculiaridades, tais como indivíduos cuja origem da viagem situa-se na Quadra 28 do Lago sul (a aproximadamente 11 quilômetros de distância em linha reta da estação), do Setor Militar Urbano (a 6 quilômetros) e do Aeroporto (a 4 quilômetros). Nos tópicos abaixo são apresentadas as análises dos padrões observados (Figura 12).

- O padrão 242 (localizado nas proximidades da Estação Central) representa a um indivíduo que gastou entre 15 – 30 min para se deslocar até a estação, utilizou a carona por automóvel como modo de transporte e o motivo da viagem foi o trabalho. O fato de o usuário viajar de carona mostra um aspecto interessante do padrão, pois demonstra que o usuário procura ganhar tempo no acesso ao sistema. Visto que a menor distância seria até a estação Central ou Galeria, porém caso fosse utilizado o transporte público para esses trajetos seria necessário um maior tempo de percurso.
- Os padrões expressos como “OUTROS”, representam agrupamentos de padrões com frequência muito baixa. Ao analisá-los percebe-se que os indivíduos caracterizados por esses padrões estão dispersos ao longo de toda a Asa Sul. Além disso, preferem se deslocar seguindo um percurso maior e poupar tempo utilizando o transporte rápido Metrô, do que utilizar outros meios de transporte público que até possuem uma maior acessibilidade, porém são muito lentos nos horários de pico.
- Os padrões de código 212 representam os usuários que tiveram um tempo de percurso entre 15-30 min, se deslocaram a pé e vieram do trabalho. Como foi exposto anteriormente esse padrão é o mais representativo o que pode ser facilmente explicado pelo fácil acesso que estes usuários têm para chegar à estação.
- Por fim a Figura 12 apresenta o fluxo de passageiros para a estação 114 Sul em relação ao espaço.

Para completar a análise dos deslocamentos dos usuários das estações Galeria e 114 Sul foi elaborado o Prisma Espaço-Tempo com base no tempo máximo de percurso e na distância máxima percorrida pelos indivíduos como apresentado na Figura 13. Comparando essa análise com os trabalhos de Hägerstrand (1970), pode-se confirmar que as restrições impostas a um indivíduo para sua participação em uma atividade dispersa no tempo e espaço são os fatores que levam ao indivíduo a usar certo tipo de transporte com base na sua acessibilidade. Este tipo de comportamento pode ser comprovado nas estações Galeria e 114 Sul, em que a estação 114 Sul atrai usuários que estão distantes da estação porque o sistema não oferece acesso a estes usuários nos locais próximos às suas atividades. Já a estação Galeria se localiza em um ponto de grande densidade de trabalhadores e com grande facilidade de acesso a estação, sendo que a distância percorrida pelos seus usuários é bem menor que dos usuários da 114 Sul.

Como apresentado, a técnica prisma espaço-tempo pode ser utilizada para definir quais as regiões do espaço urbano podem ser alcançadas por um indivíduo, dado um conjunto de restrições a ele imposto. A Figura 13 mostra que a estação 114 Sul possui usuários com um tempo de percurso de 0 a 50 min e na estação Galeria esse tempo de percurso varia de 0 a 30 min. Desta maneira o prisma espaço-tempo se torna uma ótima ferramenta para mensuração da acessibilidade das pessoas com base em suas atividades.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve o intuito de conhecer e estudar o comportamento dos usuários do sistema de transporte metroviário de Brasília DF, Brasil. As estações Galeria e 114 Sul foram analisadas com base na técnica Prisma Espaço-Tempo e o georreferenciamento dos usuários com o auxílio do SIG. A análise resultou que as estações possuem comportamentos totalmente diferentes. Devido à falta de acessibilidade ao sistema metroviário, os usuários da estação 114 Sul tendem a utilizar um espaço de deslocamento maior que os usuários da Galeria. Uma alternativa seria melhorar o acesso à estação Asa Sul que é bem próxima à estação 114 Sul, pois a estação Asa Sul não fornece estrutura para pedestres impedindo assim a sua utilização pelos usuários, uma vez que ainda não existe integração física.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arruda, F.S. (2005) *Aplicação de um Modelo baseado em atividades para Análise da Relação uso do solo e transportes no contexto brasileiro*. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

Câmara, G. et al (1996) *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Campinas: Instituto de computação, Unicamp.

Camila, S.H. (2004). *Diagnóstico Espacial da Mobilidade E da Acessibilidade dos Usuários do Sistema Integrado de Transporte de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

CODEPLAN (2000) Disponível em < <http://www.codeplan.df.gov.br>>. Acessado em 20/8/05.

Dantas, A.S., P.W.G. Taco e Y. Yamashita (1996) Sistemas de Informação Geográfica em Transportes: o Estado da arte. *Anais do X Congresso de Pesquisa e ensino em Transportes*, ANPET, Brasília, vol. 1, pp. 211-222.

Ferraz, A.C.P., I.G.E. Torres (2001) *Transporte Público Urbano*. São Carlos: Ed. RIMA, 361 páginas.

Hagerstrand, T. (1970) What about people in regional science? *Papers and Proceedings of Regional Science Association*. N 24, pp. 7-24.

Metrô-DF. (2007) Disponível em <<http://www.metro.df.gov.br/>>. Acesso em: 25 de Jun de 2007.

_____. (2004) *Sistema redes. Construindo redes de transporte Público com qualidades*. Brasília, DF: NTU.

Pitombo, C.S. (2003) *Análise do comportamento subjacente ao encadeamento de viagens através do uso de minerador de dados*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Silva, A.H. (2007) *Determinação das Modalidades Para Integração De Corredores De Transporte Público Urbano Utilizando O Prisma Espaço-Tempo*. Dissertação de Mestrado em Transportes Urbanos, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Figura 1. Prisma espaço-tempo. Adaptado de: Wu e Miller, 2001.

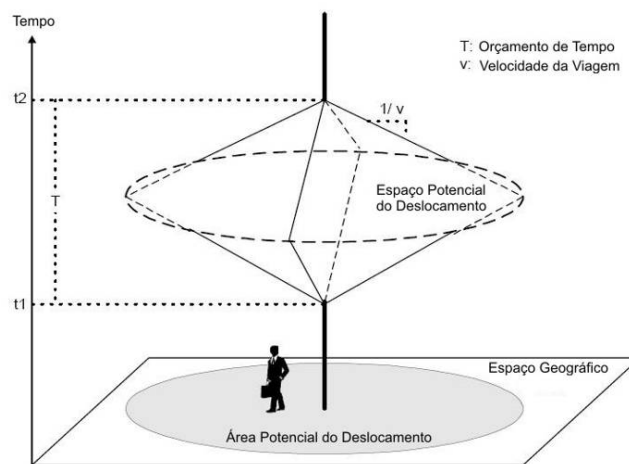


Figura 2. Linha do Metrô e Regiões administrativas. (Fonte: Metro DF, 2007)



Figura 3. Mapa Digital com Localização Georreferenciada da origem dos indivíduos entrevistados na estação 114 Sul

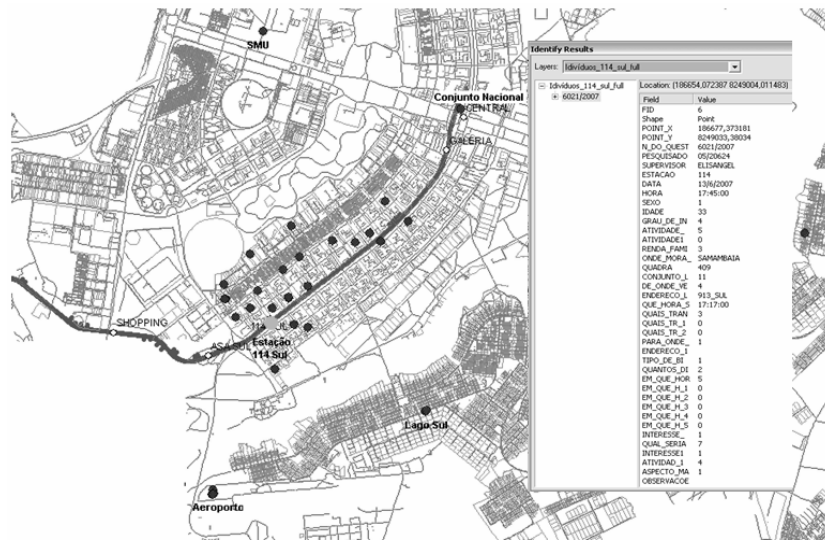


Figura 4. Distribuição percentual de tempo de deslocamento em relação

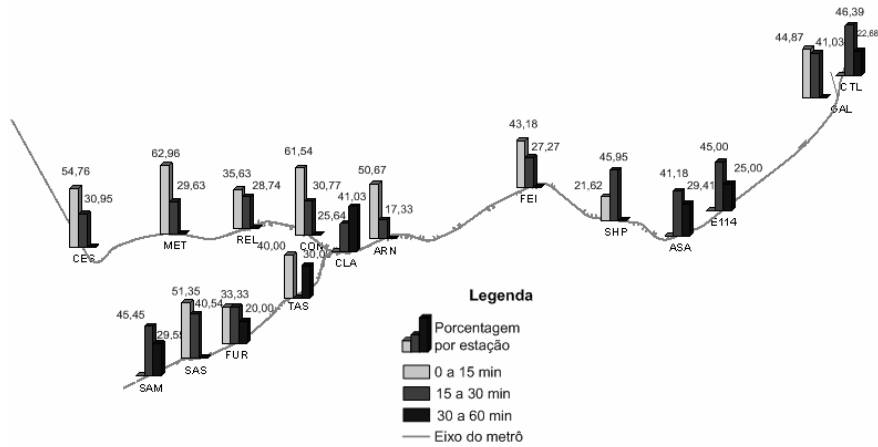


Figura 5. Distribuição percentual de modo de deslocamento até às estações

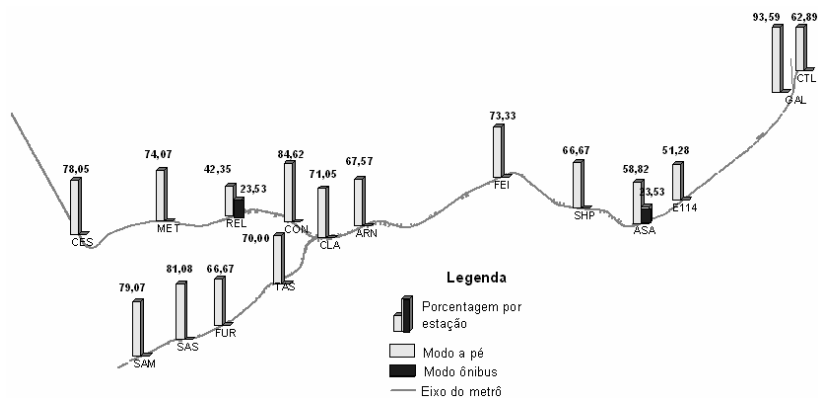


Figura 6. Distribuição percentual de motivo de viagem / estações monitoradas (a) pela manhã, e (b) pela tarde.

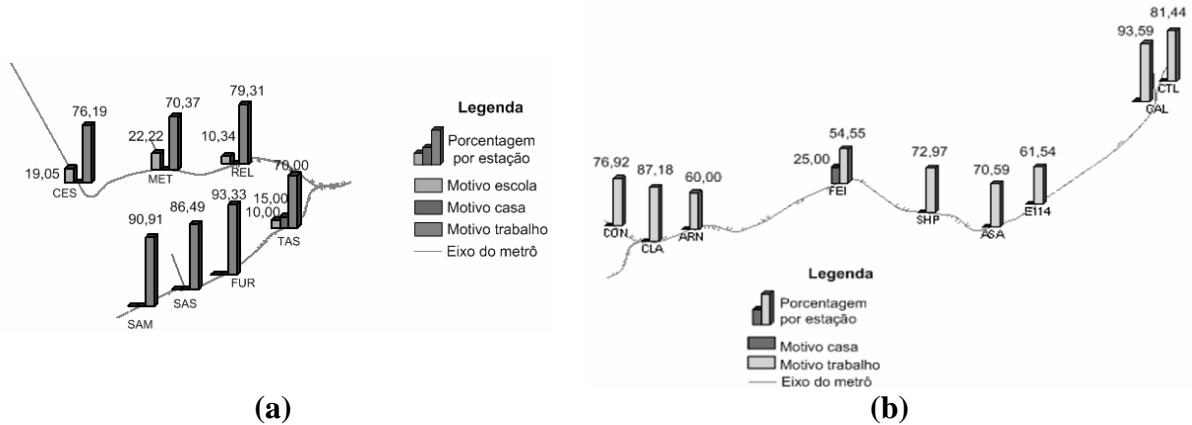


Figura 7. Desenho esquemático e exemplo de obtenção do padrão (a) através da combinação de códigos, (b) com a respectiva estação.

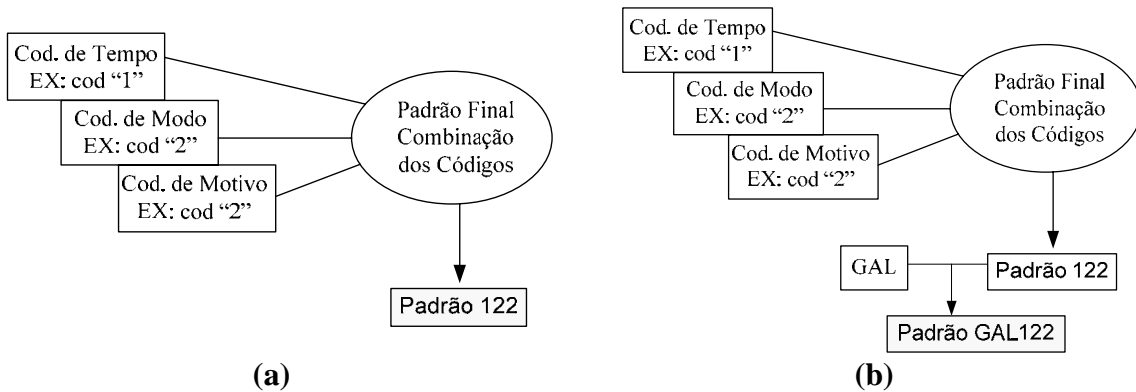


Figura 8. Quatro padrões mais frequentes segundo tempo de percurso, modo de viagem e motivo

| Padrões mais frequentes das Estações monitoradas de manhã | | | |
|--|--|--|--|
| <p>1 0-15 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 112 23,54%</p> | <p>2 15-30 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 212 19,49%</p> | <p>3 30-60 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 312 6,62%</p> | <p>1 0-15 min Motivo escola Modo a pé 1 Padrão: 113 5,15%</p> |
| Padrões mais frequentes das Estações monitoradas de tarde | | | |
| <p>2 15-30 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 212 20,23%</p> | <p>1 0-15 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 112 18,64%</p> | <p>3 30-60 min Motivo trabalho Modo a pé 1 Padrão: 312 11,36%</p> | <p>1 0-15 min Motivo casa Modo a pé 1 Padrão: 111 4,55%</p> |

Figura 9 . Quatro padrões mais frequentes segundo tempo de percurso, modo de viagem e motivo adicionado a estação.

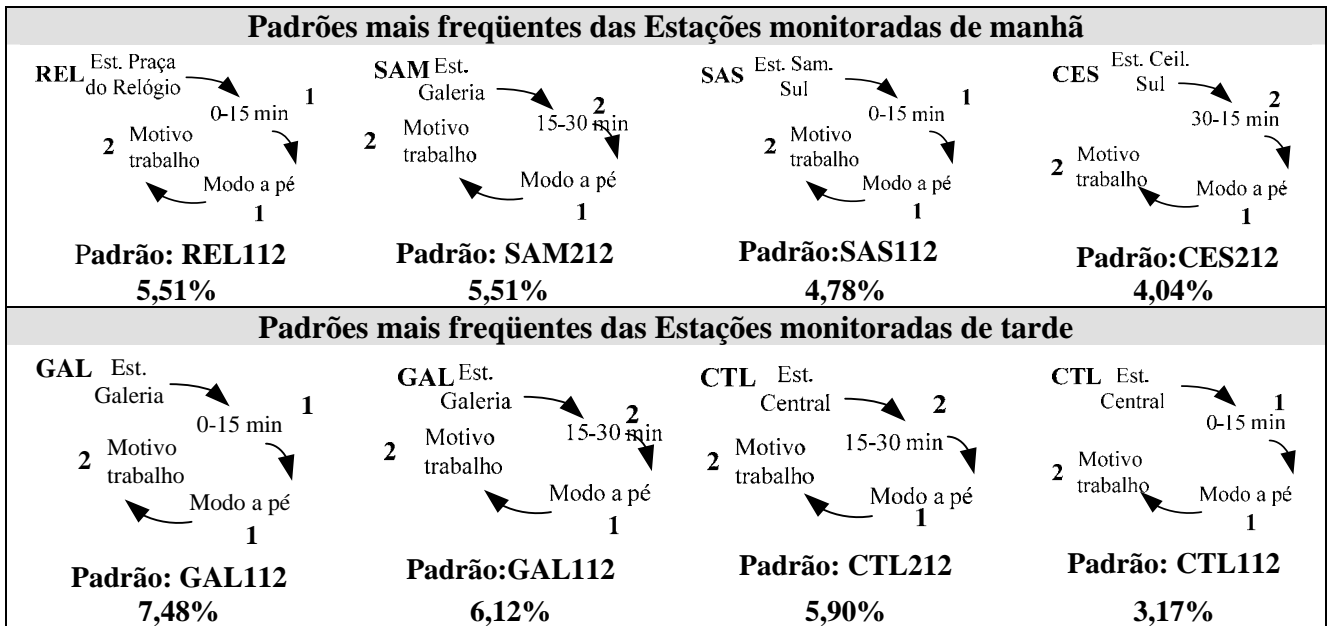


Figura 10. Indivíduos e padrões das estações 114 Sul e Galeria

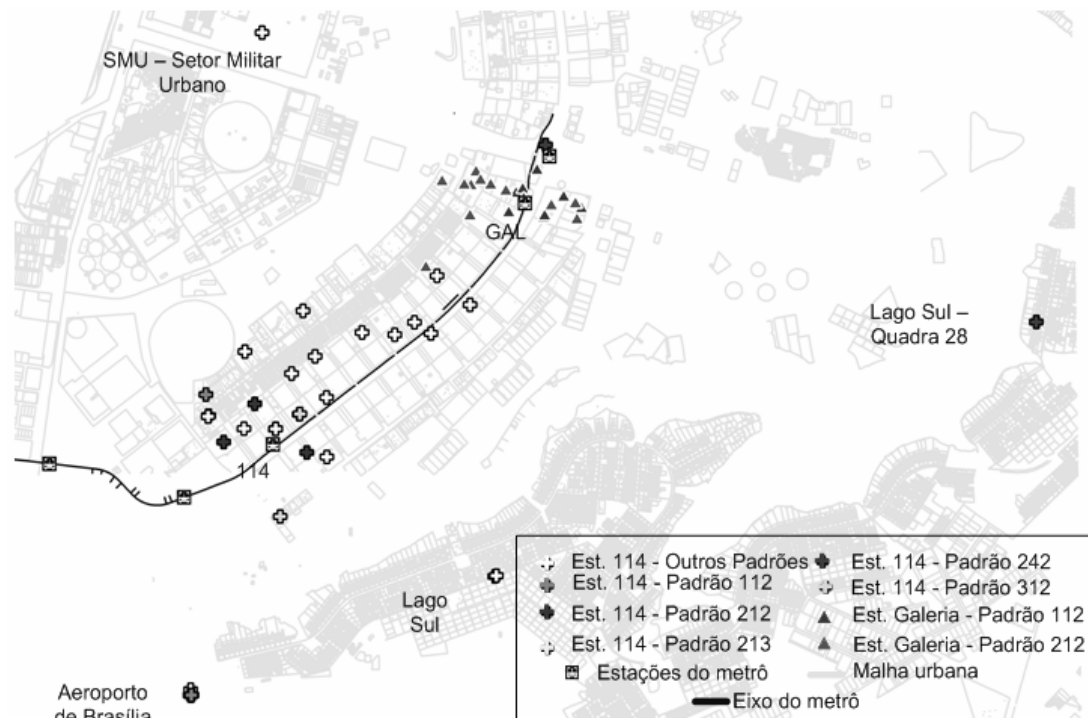


Figura 11. Área de abrangência das estações

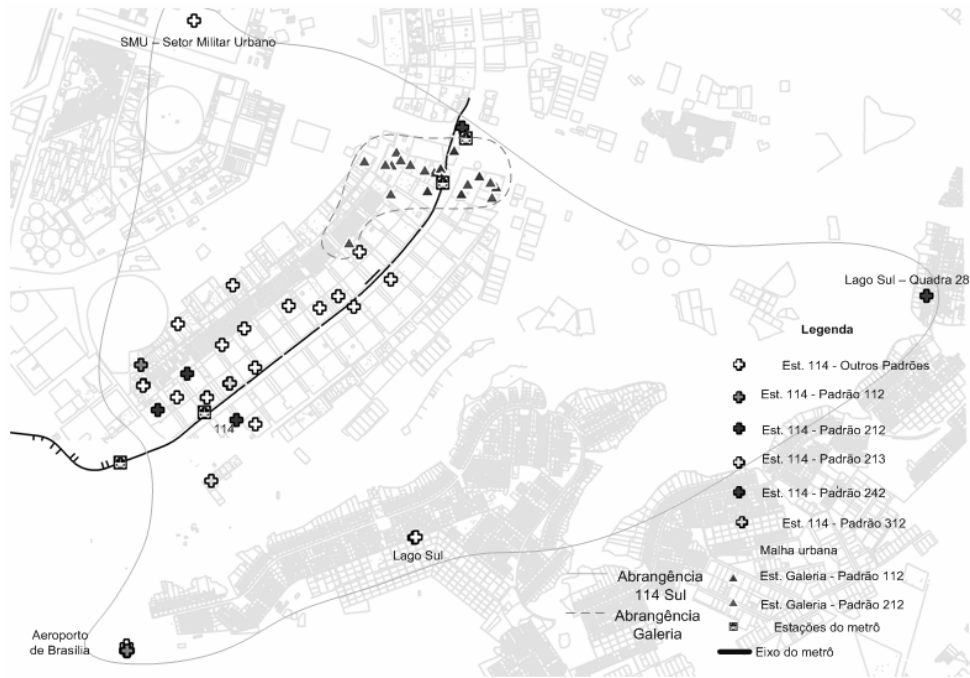


Figura 12. Deslocamento dos passageiros em relação ao espaço urbano de Brasília DF

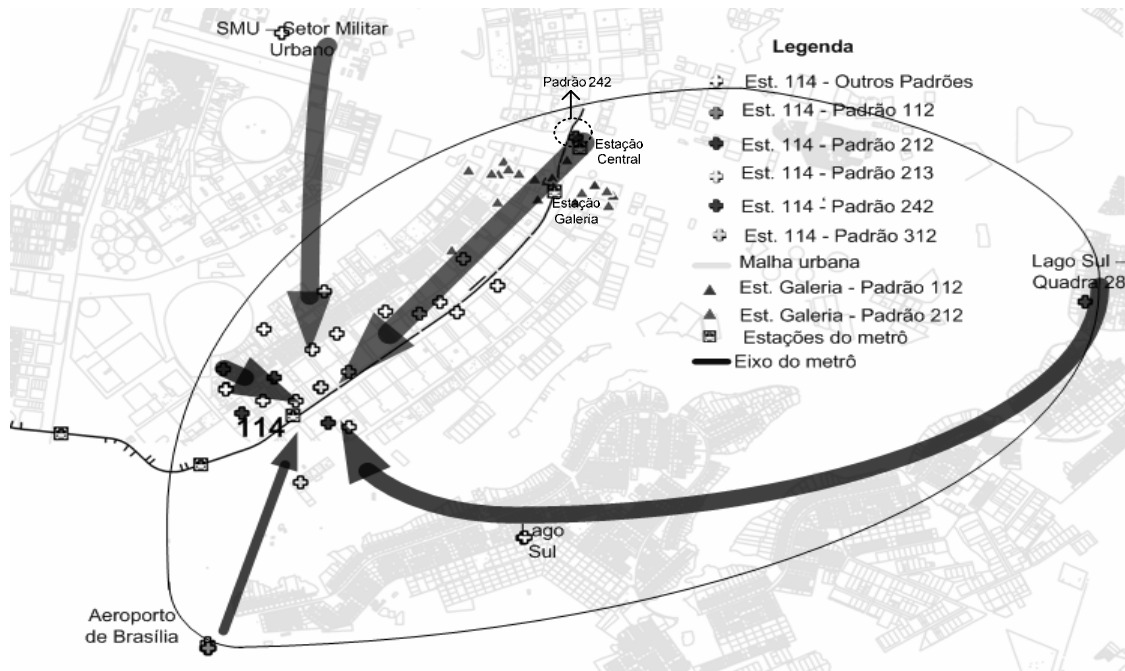


Figura 13. Prisma espaço-tempo estações Galeria e 114 Sul

