



Rede Ibero-Americana de Estudo em
Pólos Geradores de Viagens



CADERNOS

Polos Geradores de Viagens
Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental

Hospitais

<http://redpgv.coppe.ufrj.br>



Rede Ibero-Americana de Estudo em
Pólos Geradores de Viagens



Archimedes Rais Jr
Geisa Aparecida Silva Gontijo
UFSCar

Jorge Galarraga
Maria Laura Albrieu
U. Córdoba

Juan Carlos Sanánez
Ángela Rosas
USB-Venezuela

Versão Setembro de 2011

CADERNOS

Polos Geradores de Viagens
Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental
Hospitais

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto “Rede Sulamericana em Transportes: Estudo em Polos Geradores de Viagens sintonizados com a Qualidade de Vida”, Edital MCT/CNPq 05/2007 – PROSUL.

Ao CNPq e à Faperj pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto “Núcleo de Pesquisa em Polos Geradores de Viagens e de seus Impactos orientados à Qualidade de Vida e ao Desenvolvimento Integrado” (Proc. n.º 170.001/2008), que foi aprovado pelo Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex) - ano de 2006.

Aos membros da “Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens” pela sua dedicação e compromisso com a produção e divulgação do conhecimento, permitindo a sua sistematização e facilitando o desenvolvimento deste Caderno.

À Marcela Rubert pelo trabalho qualificado e cuidadoso de revisão e formatação desta Publicação.

Ao Setor de Programação Visual da COPPE/UFRJ pela produção da capa e competência em buscar expressar graficamente alguns elementos principais que compõem o contexto desta pesquisa.

Ao Claudio Falavigna no apoio à tradução português-espanhol.

À todos os pesquisadores que vêm colaborando de diferentes formas e através de diferentes veículos, como pelo site <http://redpgv.coppe.ufrj.br>, sendo fundamentais para fortalecer e garantir a manutenção deste projeto coletivo.

Apresentação

A “Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens” e o seu “Núcleo de Pesquisa em Polos Geradores de Viagens e de seus Impactos orientados à Qualidade de Vida e ao Desenvolvimento Integrado” têm como um dos seus objetivos a produção de cadernos temáticos que tratam dos modelos e das taxas de geração de viagens de determinados tipos de equipamentos e empreendimentos. Esses cadernos foram organizados em quatro grandes módulos, conforme estrutura apresentada a seguir.

Módulo I

Introdução e Contextualização dos PGVs

1. Caracterização dos Polos Geradores de Viagens
2. Processo de Licenciamento de Polos Geradores de Viagens
3. Geração de Viagens: Introdução Teórica e Recomendações Práticas

Módulo II

Modelos e Taxas de Geração de Viagens de Automóveis

4. Os *Shopping Centers* como Polos Geradores de Viagens: Modelos e Taxas de Geração de Viagens
5. Estabelecimentos Institucionais
6. Estabelecimentos Residenciais
7. Os Hotéis como Polos Geradores de Viagens
8. Terminal – Porto, Aeroporto, Rodoviária e Estação Metro-ferroviária
9. Estabelecimentos de Ensino
10. Hospitais
11. Hipermercados: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
12. Escritório – Torres: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
13. Polos Múltiplos: Caracterização e Modelos de Geração de Viagens
14. Eventos Especiais: Megaeventos Esportivos
15. Centros e Subcentros Urbanos: Padrões e Modelos de Viagens e Estacionamento

Módulo III

Modelos e Taxas de Geração de Viagens para outras Modalidades e Parâmetros de Interesse

16. Pedestres: Caracterização e Modelos de Previsão de Viagens
17. Bicicletas e Motos: Caracterização e Modelos de Previsão de Viagens
18. Modelos de Geração de Viagem para Polos Geradores de Viagens de Carga
19. Transporte Público
20. Categorias de Viagens e Divisão Modal

Módulo IV

Síntese e Conclusões

21. Síntese e Conclusões

Pretende-se que essas publicações reflitam o atual estado da arte, incorporando a produção científica disponível na bibliografia consultada. O tema do presente Caderno tem como foco os hospitais.

Índice

1. Introdução.....	1
2. ELEMENTOS DE ANÁLISE	1
2.1. Padrão do Pólo Gerador de Viagens.....	2
2.2. Dimensão Espacial	2
2.3. Padrão de Viagens.....	3
Quantidade de viagens	3
Distribuição modal.....	3
Objeto Transportado	4
2.4. Dimensão Temporal.....	4
2.5. Dimensão Metodológica.....	5
3. Descrição de Modelos e Taxas de Geração.....	6
3.1. ITE (2008).....	7
Dimensão Espacial	7
Dimensão Temporal.....	8
Padrão das Viagens.....	8
3.2. Oliveira (1971)	12
3.3. CET-SP (1983)	12
Dimensão Espacial	13
Dimensão Temporal.....	14
Padrão de viagens	14
3.4. ARPC (2001).....	15
Dimensão Espacial	16
Dimensão Temporal.....	16
Taxas de Viagens	16
3.5. MACÊDO, FILIZOLA e SOUZA (2002).....	16
Dimensão Espacial	17
Dimensão Temporal.....	17
Padrão de Viagens.....	18
3.6. LIMA CARQUEJA (2006).....	21
Dimensão Espacial	22
Dimensão temporal	22
Padrão de viagens.	22

3.7. FEHR e PERS (2008)	23
3.8. LATINOPOULOU, TSOHOS e BASBAS (2010).....	25
Dimensão Espacial	25
Dimensão Temporal.....	25
Padrão de Viagens.....	25
3.9. MARTÍNEZ, HUESO e SÁNCHEZ (2010)	27
Dimensão Espacial	27
Dimensão Temporal.....	27
Padrão de Viagens.....	27
3.10. GONTIJO e RAIA Jr. (2009, 2010a, 2010b)	29
Dimensão Espacial	29
Dimensão Temporal.....	29
Padrão de Viagens.....	30
3.11. ALBRIEU, PASTOR e GALARRAGA (2009, 2011)	35
Dimensão Espacial	35
Dimensão temporal	36
Padrões de viagens	36
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

Tabelas

Tabela 1: Modelos e taxas de viagens para Hospitais (ITE, 2008).....	9
Tabela 2: Modelos e taxas de viagens para Casas de Saúde (ITE, 2008)	10
Tabela 3: Taxas de viagens para Clínicas (ITE, 2008).....	11
Tabela 4: Áreas de influência para hospitais (CET, 1983)	13
Tabela 5: Relação entre (AC) área construída e (NL) número de leitos de hospitais (CET, 1983)	15
Tabela 6: Número de vagas em função do número de leitos de hospitais (CET, 1983)	15
Tabela 7: Taxas de viagens para hospitais (ARPC, 2001)	16
Tabela 8: Distribuição das viagens ao longo do dia (Macêdo, Filizola e Souza 2002). 18	
Tabela 9 : Resumo dos dados da pesquisa e viagens geradas por dia (Macêdo, Filizola e Souza 2002)	19
Tabela 10: Divisão modal das viagens geradas às clínicas particulares (Macêdo, Filizola e Souza 2002)	20
Tabela 11: Características dos usuários.	21
Tabela 12: Distribuição modal, tempos de viagem e origem da viagem.	22
Tabela 13: Taxas de geração de viagens	23
Tabela 14: Taxas de viagens para hospital e clínicas (Fehr e Pers, 2008).....	24
Tabela 15: Taxas de geração de estacionamento para hospital e clínicas (Fehr e Pers, 2008)	24
Tabela 16: Taxas de geração de viagens diárias por pessoas para hospitais, para Grécia e EUA, segundo Latinopoulou, Tsohos e Basbas (2010).....	26
Tabela 17: Volumes de horas pico (manhã e tarde) para os <i>Hospitais de Torre Vieja, Torre Vieja e Villareal</i> (Martínez, Hueso e Sánchez, 2010)	28
Tabela 18: Modelos de atração de viagens propostos para hospitais (Martínez, Hueso e Sánchez, 2010).....	29
Tabela 19: Divisão modal das viagens atraídas pela Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)	33
Tabela 20: Taxas de geração de viagens à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b).....	33
Tabela 21: Taxas de geração de viagens à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, para os diversos tipos de usuários (Gontijo e Raia Jr., 2010b)	34

Figuras

Figura 1: Dimensões da Produção de Viagens	2
Figura 2: Esquema de geração de modelos e índices (CET, 1983)	13
Figura 3: Variação do fluxo de chegada de pessoas à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)	30
Figura 4: Localização dos 13 acessos à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010a)	31
Figura 5: Acesso ao serviço de: endoscopia (a); diagnóstico por imagem (b); maternidade (c); diagnóstico cardiovascular (d) (Gontijo e Raia Jr., 2010a)	31
Figura 6: Volume dos 13 acessos à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)	32
Figura 7: Caracterização por tipo de usuários (motivo da viagem) para os hospitais públicos do Pólo Sanitário de Córdoba.	36
Figura 8: Caracterização por tipo de usuários (motivo da viagem) para os hospitais públicos e o hospital privado.	36
Figura 9: Distribuição modal das viagens correspondentes aos hospitais públicos.	37
Figura 10: Distribuição modal das viagens correspondentes ao hospital privado.	37

1. Introdução

Além da introdução, o Caderno é dividido em quatro partes. Na primeira serão estabelecidos e detalhados os critérios de análise que os modelos serão descritos e avaliados. Em seguida, os modelos estudados serão analisados criticamente de forma separada. Por fim, estão apresentadas as conclusões e recomendações de estudos futuros.

Os Pólos Geradores de Viagens relacionados à área de Saúde – Hospitais e Clínicas, alvos deste trabalho, têm características, em grande parte, muito distintas de outros tipos de empreendimentos geradores de viagens. Suas características são bastante peculiares.

Segundo ITE (2008), um hospital é uma instituição onde cuidados médicos ou cirúrgicos e acomodações são disponibilizadas para pacientes ambulatoriais e não-ambulatoriais. No entanto, o termo “hospital” não se refere às clínicas médicas (facilidades que dispõem somente de diagnósticos e cuidados ambulatoriais) ou casa de enfermagem (locais dedicados a cuidar de pessoas incapazes de cuidar de si mesmas).

No caso brasileiro, o sistema de saúde, considerando a sua complexidade, é composto pelos segmentos público e privado, este último também denominado de suplementar. Ele reúne uma série de organizações, com diferentes naturezas e características, dentre as quais se destaca o hospital (Marinho, 2005).

Um hospital é considerado como uma organização de saúde que tem em sua origem a prática da assistência aos enfermos, o que lhe confere o caráter humanitário, mantendo-se até os dias atuais. As diferentes concepções dos sistemas de saúde nos diversos países tornam as características desses empreendimentos muito distintas entre si. Este fato dificulta significativamente a comparação dos diversos elementos de análise dos pólos geradores de viagens para diferentes países. Assim, os diversos casos de estudos precisam ser considerados nas suas especificidades e geografia espacial.

A literatura não apresenta uma quantidade significativa de estudos relacionados com a geração de viagens em estabelecimentos hospitalares e de saúde. A maioria dos trabalhos encontrados faz análises de impactos e previsão de viagens fazendo-se uso de modelos e taxas encontradas nos diversos volumes de Trip Generation, do ITE.

2. ELEMENTOS DE ANÁLISE

Para que o processo de produção de viagens em um empreendimento do tipo Pólo Gerador de Viagens possa ser mais bem compreendido, sugere-se observar esse fenômeno por meio das distintas dimensões que o contemplam. Neste sentido, Andrade (2005) definiu cinco grandes dimensões, suas relações com o processo de produção de viagens e seus respectivos sub-temas. Este enfoque teve como referência o trabalho de Portugal e Goldner (2003). Baseado nessas contribuições, este Caderno define cinco grandes campos para efeito de análise (Figura 1) e que serão detalhados ao longo do trabalho.

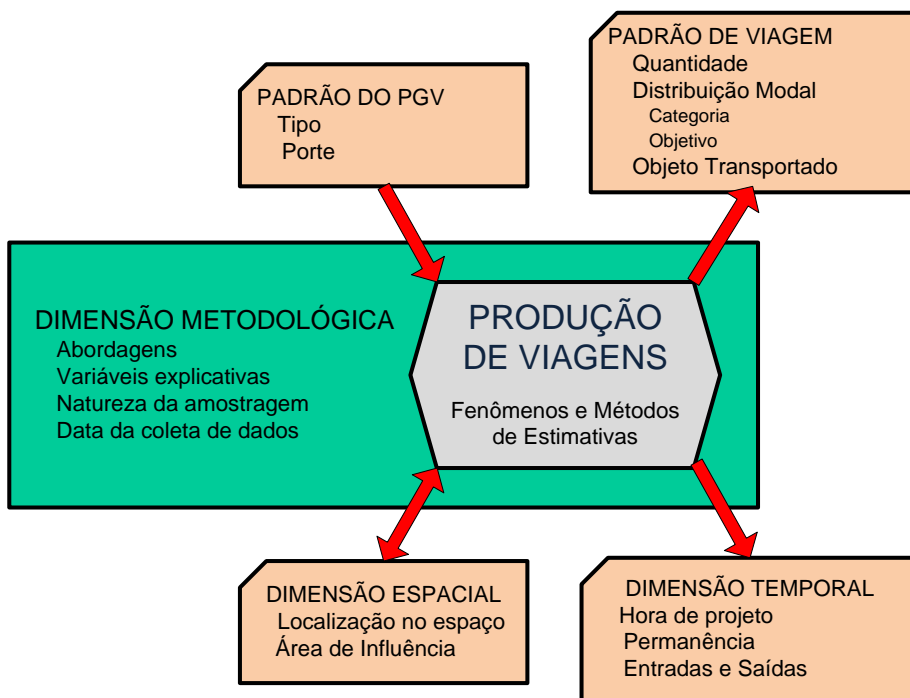


Figura 1: Dimensões da Produção de Viagens
 Fonte: desenvolvido a partir de Andrade (2005)

2.1. Padrão do Pólo Gerador de Viagens

Os métodos de estimativa de produção de viagens são, quase sempre, calibrados para um determinado padrão de empreendimento. São poucas as iniciativas, como a de ITE (2008), que conseguem oferecer equações de estimativas para uma grande quantidade de tipos de pólos. A realidade ibero-americana é outra. Os modelos são, de forma geral, trabalhos acadêmicos que tratam apenas de um tipo de PóLV. Neste Caderno são analisados os estabelecimentos de saúde e hospitais. Cada caso terá uma descrição indicando o *tipo de hospital e/ou estabelecimento de saúde* o modelo trata, o que pode ser dividido em análise das atividades existentes e porte. Analisar o tamanho dos elementos da base de dados dos modelos é essencial para entender o contexto no qual a equação foi gerada. Equações baseadas apenas em elementos de um determinado porte podem não funcionar bem em outro.

2.2. Dimensão Espacial

A localização do PóLV é um fator determinante na produção de viagens decorrentes dele, tanto no ponto de vista quantitativo, quanto no qualitativo. Essa reflexão pode ser ainda dividida em dois aspectos: i) em que tipo de cidade (e em qual país) o PóLV está implantado; e ii) em que local nesta cidade ele se encontra. Desta forma, se torna necessário que os modelos sejam também avaliados a partir da localização dos seus elementos pesquisados, bem como as taxas de geração levantadas.

Com relação ao quesito relacionado com a dimensão espacial, ou seja, a chamada “Área de Influência”, significativa para empreendimentos comerciais ou de serviços, quando se trata de hospitais ou centros de saúde a “Área de Influência” é referida a

uma adequada acessibilidade para as pessoas que precisam chegar até o estabelecimento.

2.3. Padrão de Viagens

Quantidade de viagens

A estimativa das viagens produzidas por um PGV tem sido um dos aspectos mais importantes nos modelos associados a estes empreendimentos. Dessa forma, uma análise quantitativa com relação ao estudo desses modelos, em geral, deve ter papel significativo quando se traça um perfil comparativo entre eles.

Além da análise quantitativa, deve-se também considerar outros aspectos, tais como: a distribuição modal, a categoria e o objetivo da viagem, além do objeto que está sendo transportado.

Distribuição modal

A distribuição modal ou escolha modal pode ser definida como o processo de separação do total de viagens das pessoas nos diversos modos de viagens utilizados. O termo distribuição modal descreve quantas pessoas usam as formas alternativas de transportes. Ele é freqüentemente usado para descrever a porcentagem de pessoas que usam automóveis particulares em contraposição ao transporte público (BTS, 2010).

A análise de escolha modal em um processo de planejamento de transportes tem como objetivo estimar a divisão de viajantes com escolha entre o transporte coletivo e a viagem por automóvel, dado um custo generalizado de viagem pelos dois modais (Hutchinson, 1974). De forma geral, a divisão modal pode também contemplar a repartição entre diversos modos de transportes, que vai além da divisão entre transporte individual e transporte coletivo; a repartição pode englobar os modos a pé, por bicicleta, por ônibus, metrô, trem, automóvel particular, táxi, etc.

Com relação à **Categoria** de viagem, consideram-se três tipos, conforme descrito a seguir (Slade e Gorove, 1981):

- Viagens primárias (*primary trips*): viagens cuja origem e destino são a residência, ou seja, o empreendimento de fato *produziu* essa nova viagem;
- Viagens desviadas (*diverted trips*): viagens que já existiriam em uma matriz só que, por consequência do empreendimento, o trajeto é alterado e uma parada é adicionada; e
- Viagens não-desviadas (*non-diverted trips*): viagens já existentes e que não sofrem mudanças de trajeto devido ao PGV; somente uma parada é acrescentada.

A classificação anterior responde às viagens com motivo de compras, no caso dos hospitais as viagens são com motivo de saúde e possuem a característica de que podem ser planejados ou urgentes.

Para efeito do estudo de impacto de hospitais como PGV, recomenda-se que o termo viagem primária (usualmente associado com viagens de base domiciliar) seja substituído por viagem específica (pode ou não ter base domiciliar). Ou seja, viagem específica é aquela realizada com o propósito específico de chegar ou sair da instituição. Assim, as viagens não motorizadas e/ou de transporte público realizadas pelos pacientes, acompanhantes e funcionários (consideradas em termos de viagens de pessoas) são classificadas como viagens específicas. Já as viagens motorizadas são classificadas em três categorias (adaptado de Souza, 2007): viagens específicas, viagens desviadas e viagens não desviadas (de passagem).

É preciso ter com clareza que o processo de classificação das viagens geradas em categorias apresenta com mais exatidão os reais impactos que um Pólo Gerador de Viagens pode acarretar em uma região, uma vez que as viagens não desviadas não devem ser contabilizadas no conjunto de problemas produzidos no sistema viário local.

Por outro lado, o **objetivo** da viagem vem a ser o motivo pelo qual ela ocorre, sendo os mais comuns: compras, lazer, trabalho, estudo, compras, tratamento de saúde, etc. Determinado PGV pode gerar os mais diversos objetivos de deslocamentos. Classificar as viagens segundo os seus objetivos é importante para: i) estratificação dos volumes de viagens para identificação de padrões; e ii) estudar os aspectos relacionados ao encadeamento de viagens, que tem sido um aspecto que vem sendo abordado no Gerenciamento de Viagens. No caso dos hospitais e centros de saúde as viagens dos funcionários são por motivo de trabalho e as viagens dos pacientes por motivo de saúde.

Objeto Transportado

Estudos associados ao objeto transportado têm a ver com a dissociação das viagens realizadas com o fim de deslocar pessoas até o PGV ou mercadorias, incluindo-se, os resíduos gerados pelo empreendimento. Isto é significativo para o projeto das dependências destinadas à operação de carga/descarga do PGV. Sobre este aspecto, Raia Jr. e Faria (2009) fizeram um estudo identificando alguns impactos promovidos pela falta de uma provisão ou insuficiência de dependências apropriadas para este tipo de operação para alguns PGVs. No caso dos hospitais podem ter importância as viagens geradas no transporte dos resíduos patogênicos.

2.4. Dimensão Temporal

Para se fazer comparação entre modelos usados para a estimação de geração de viagens para um PGV, é importante se considerar o dia e hora de projeto. Considera-se por dia e hora de projeto os períodos de tempo nos quais são observadas as condições críticas da demanda, em termos de movimentação de veículos ou clientes, e que ocorrem com certa frequência. Os dias, horas e meses de maior demanda podem variar de estudo para estudo. Portanto, deve-se ter uma preocupação com a hora de projeto para a realização de análises de diferentes modelos de geração de viagens para os PGVs.

Outros dois aspectos que devem ser considerados na dimensão temporal de estudos em pólos geradores de viagens são o tempo de permanência e o levantamento de entrada/saída. Tempo de permanência é o período no qual o veículo, por exemplo, fica estacionado no PGV, aspecto importante no momento de dimensionar o número de

vagas necessárias para o estacionamento. Por outro lado, a definição clara de entrada/saída de um empreendimento pode ser útil para a identificação de impactos no sistema viário próximo ao PGV.

2.5. Dimensão Metodológica

A quinta e última dimensão a ser enfocada neste trabalho é a dimensão metodológica. A ela estão associados aspectos tais como a forma e a época em que foram desenvolvidos os modelos de geração de viagens. A dimensão metodológica, segundo Andrade (2005), pode ser sintetizada em quatro aspectos básicos: i) abordagens; ii) variáveis explicativas; iii) natureza da amostra; e iv) data da pesquisa. A esses quatro aspectos propostos por Andrade (2005), acrescenta-se um quinto aspecto, ou seja, a forma de obtenção dos dados.

Alguns autores têm ressaltado a forte influência dos estudos publicados pelo *Institute of Transportation Engineering* (ITE), que publica periodicamente o *Trip Generation* com diversos modelos e taxas de viagens para os mais diversos tipos de PGVs, inclusive hospitais.

Este Instituto em 2001 recomenda procedimentos para diversos estudos, tais como: fornecimento de dados ao catálogo nacional, validação de taxas nacionais em contextos locais, estabelecimentos de estimativas através de médias ou regressões lineares, entre outros. Para criação de um novo estudo de estimativas, resumidamente, esse manual indica o seguinte procedimento para se adquirir uma estimativa baseada em regressão linear:

- Determina-se qual tipo de PGV e qual universo geográfico vão ser estudados;
- Escolhe-se um número de PGV existentes (5 ou menos elementos é considerado um universo pequeno), e recolhem-se dados sobre o seu funcionamento, porte, localização, volume atraído entre outros;
- Verifica-se a correlação estatística entre o volume de viagens produzidas com as variáveis estudadas;
- No terceiro passo pode-se escolher um das seguintes alternativas: através de técnicas de regressão (linear ou bivariada), monta-se uma equação cuja variável dependente seja o volume de veículos atraído; ou tira-se a média das relações do volume de veículos atraídos com uma outra variável. Essa escolha pode ser derivada do número de elementos do universo amostral, uma vez que o manual recomenda pelo menos 4 exemplares para a utilização da regressão linear, além de padrões estatísticos estabelecidos. Mais detalhes em ITE (2004).

A apreciação da Obtenção de Dados que alimentaram o modelo se faz pertinente na medida em que se trata de um indicativo da confiabilidade dos resultados apresentados. ITE (2004) recomenda que tais dados sejam conseguidos através de contagens realizadas in loco. Contudo, os trabalhos acadêmicos ibero-americanos, geralmente, se baseiam em questionários enviados aos administradores dos empreendimentos ou equipamentos.

Outro ponto relevante é a quantidade de Elementos na Amostra. Um número maior desses elementos tende a gerar resultados estatísticos mais confiáveis. Contudo, essa não é a única análise pertinente. Há que se fazer também uma análise qualitativa desses elementos, o que será feito em Padrão do PGV.

A definição de qual foi a Variável Explicativa escolhida pelo modelo também deve ser considerada. ITE (2004) considera que a variável independente deve cumprir os seguintes requisitos:

- Ser a “causa” da geração de viagens, o que não significa apenas haver correlação estatística;
- Ser um dado primário e não uma derivação secundária.
- Produzir uma taxa ou equação com os melhores índices de acerto;
- Ser de fácil acesso;
- Ser relacionada à construção e não somente às características do terreno;

Por fim, deve-se considerar a Data da Pesquisa. Pesquisas antigas podem trazer resultados equivocados por tratarem de uma dinâmica urbana e social diferente da atual. Além disso, trabalhos mais recentes podem utilizar resultados e metodologias desenvolvidos por publicações mais antigas, podendo ampliar assim a sua base teórica e de dados.

3. Descrição de Modelos e Taxas de Geração

Ao contrário de outros tipos de Pólos Geradores de Viagens, para o tipo *Hospitais e Estabelecimentos de Saúde*, há ainda muito pouco pesquisado sobre modelos de geração de viagens e alguns trabalhos que apresentam taxas de geração de viagens. Assim, este item procurará apresentar o estado da arte sobre esses tipos de PGVs, onde cada modelo será analisado de maneira distinta, seguindo uma ordem cronológica, a partir das dimensões descritas anteriormente, bem como as taxas de geração de viagens disponibilizadas.

Os diversos trabalhos encontrados na literatura serão aqui apresentados obedecendo a uma ordem cronológica. Uma exceção será feita aos trabalhos desenvolvidos pelo *Institute Transportation Engineers* (ITE), considerado o “pai” de todos os demais modelos e abordagens relacionados com Pólos Geradores de Viagens. A partir dos estudos elaborados e contidos nas diversas edições do *Trip Generation*, pode-se dizer que surgiram novos trabalhos. Praticamente todos os trabalhos encontrados na literatura usam ou tem seus modelos, de alguma forma, derivados do ITE.

Em razão de que a quantidade de estudos de origem Ibero-americana é escassa, neste caderno foram incluídos alguns trabalhos com origens diferentes.

3.1. ITE (2008)

Embora o *Trip Generation* já tenha sido publicado em diversas edições, tomamos a liberdade de aqui reportar apenas os modelos e as abordagens da sua última edição, a oitava. Isto se justifica pelo fato de que nas edições subsequentes, o *Trip Generation* procura trazer o conteúdo do anterior, modificado ou enriquecido com novos estudos. Assim, ao relatarmos a síntese da última edição, aqui relacionada com estabelecimentos de saúde, estaremos também considerando todas as demais.

O *Trip Generation*, publicado pelo *Institute of Transportation Engineers* (ITE), com sede em Washington D.C., nos Estados Unidos, traz taxas e modelos de geração de viagens abordando distintos Pólos Geradores de Viagens.

Há que se ressaltar que as taxas e modelos se referem particularmente às viagens geradas pelo modo automóvel, correspondendo à soma entre viagens veiculares que acessam e saem do empreendimento. ITE (2008) apresenta, adicionalmente, a distribuição direcional das viagens - porcentagens de entradas e saídas - para os diferentes períodos de geração analisados.

ITE (2008) disponibiliza taxas e modelos de geração de viagens para três tipos distintos de estabelecimentos de saúde para humanos: a) hospital (código de uso do solo 610), b) casas de saúde (*nursing home*) (código de uso do solo 620) e c) clínicas (código de uso do solo 630).

Os dados de pesquisas apresentados por ITE (2008) se referem a estudos realizados no período dos anos 1960 e 2000, no território americano.

O número de exemplos usados no processo de geração de taxas e modelos está apresentado nas Tabelas 1 a 3, especificamente na coluna “Número de estudos”.

Nas Tabelas de 1 a 3, na coluna “Modelos de Regressão”, a variável dependente dos modelos (T) corresponde à média das viagens realizadas em automóveis. Já, a variável independente (X), foi representada por três variáveis distintas: *número de leitos*, *1000 pés quadrados de área construída bruta* (GFA-Gross Floor Area) e *número de funcionários*, para hospitais. Apenas no caso das clínicas, também utilizada a variável *médicos em tempo integral*.

Dimensão Espacial

Os estabelecimentos de saúde abordados por ITE (2008), no caso de hospitais, casas de saúde e clínicas, são todos estabelecimentos localizados nos Estados Unidos. No entanto, não são apresentadas informações adicionais sobre a localização das instituições de saúde consideradas nas pesquisas que originaram o desenvolvimento de taxas e modelos.

Como os modelos não incorporam variáveis associadas à localização dos estabelecimentos de saúde, fica difícil avaliar devidamente a dimensão espacial das pesquisas disponibilizadas.

Dimensão Temporal

Segundo a ITE (2008), os dados considerados no estudo foram coletados no período variando desde os anos 1960 aos anos 2000.

As horas pico dos dias nos dias da semana, no período da manhã, ocorrem no período entre às 8:00 horas e 10:00 horas. No período da tarde, as horas pico acontecem entre às 13:00 horas e 17:00 horas.

Padrão das Viagens

ITE (2008) traz taxas e modelos diferentes para distintos dias da semana e horários. Em vista disso, pode-se considerar que a dimensão temporal da geração de viagens é considerada de maneira clara. Pode-se, no entanto, inferir que grande parte das informações disponibilizadas corresponde a dias úteis (dias da semana). No caso de clínicas, aprecem vários casos também nos finais de semana (sábado e domingo).

Para fins de semana, a geração de viagens acaba variando consideravelmente, ainda que não se pode escolher hora ou dia para se ficar doente. No entanto, com exceção de casos com gravidade, as pessoas em geral procuram atendimento em dias úteis. Dessa forma, é preciso ter muita cautela no momento de aplicar as taxas de viagens para dias de finais de semana.

Considerando as viagens em dias úteis (dias de semana), o período de pico da manhã do *pólo gerador*, em geral, coincide com o período de pico da *rua adjacente*; neste caso, é apresentado um período de pico da manhã, que representa tanto o PGV quanto à rua adjacente.

Ao se considerar apenas os dias de semana, o período de pico do PGV no período da tarde fica entre as 14:00 e 16:00 horas.

Ao se considerar somente o dia, as taxas e os modelos correspondem à geração diária; porém, ao se considerar a hora, as taxas e os modelos correspondem à geração horária.

As Tabelas 1 a 3 apresentam, respectivamente, um resumo contendo os dados disponibilizados por ITE (2008), para os PGVs Hospitais, Casas de Saúde e Clínicas.

Tabela 1: Modelos e taxas de viagens para Hospitais (ITE, 2008)

ID	Variável dependente (Y)	Variável independente (X)	Período de pico entre (horas)	Dias e horas de estudos	Número de estudos	Nº médio da variável independente	Relação entre viagens atraídas e	Taxa média	Variação das taxas	Desvio Padrão	Modelo de regressão	Coefficiente de determinação R ²
1	VMV ¹	Empregos	-----	Dia útil	19	896	50/50	5,20	2,17 – 10,48	2,90	T = 4,40 X + 7111,46	0,77
2	VMV	Empregos	7:00 – 9:00	Dia útil/HPTRA ³	10	1.264	72/28	0,33	0,12 – 0,85	0,60	T = 0,32 X + 13,90	0,78
3	VMV	Empregos	16:00 – 18:00	Dia útil/HPTRA	9	1.338	31/69	0,33	0,15 – 1,08	0,60	T = 0,29 X + 50,13	0,71
4	VMV	Empregos	-----	Dia útil/HPMPG ⁴	8	1.216	65/35	0,39	0,23 – 0,89	0,64	T = 0,33 X + 66,57	0,83
5	VMV	Empregos	-----	Dia útil/HPTPG ⁵	16	873	38/62	0,46	0,21 – 1,19	0,72	T = 0,37 X + 83,93	0,72
6	VMV	Empregos	-----	Sábado	15	835	50/50	3,78	1,60 – 7,98	2,27	T = 2,95 X + 691,43	0,84
7	VMV	Empregos	-----	Sábado/ HPPG ⁶	4	502	49/51	0,53	0,18 – 0,93	0,80	-----	-----
8	VMV	Empregos	-----	Domingo	14	852	50/50	3,34	1,59 – 6,28	2,11	T = 2,56 X + 663,23	0,85
9	VMV	Empregos	-----	Domingo/HPPG	6	515	44/56	0,55	0,34 – 0,85	0,76	Ln (T) = 0,70 Ln (X) + 1,26	0,72
10	VMV	1000 ft ² GFA ²	-----	Dia útil	15	344	50/50	16,50	11,40 – 67,52	10,94	T = 10,13 X + 2191,79	0,88
11	VMV	1000 ft ² GFA	7:00 – 9:00	Dia útil/HPTRA	9	525	59/41	1,12	0,63 – 5,45	1,27	T = 0,87 X + 132,15	0,72
12	VMV	1000 ft ² GFA	16:00 – 18:00	Dia útil/HPTRA	9	525	42/58	1,14	0,70 – 6,94	1,39	T = 0,78 X + 186,59	0,70
13	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil/HPMPG	6	462	50/50	1,25	0,88 – 5,70	1,43	T = 0,83 X + 193,50	0,77
14	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil/HPTPG	11	349	47/53	1,46	0,87 – 7,63	1,65	T = 0,85 X + 213,52	0,71
15	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Sábado	14	360	50/50	10,18	4,40 – 41,80	7,98	Ln (T) = 0,43 Ln (X) + 5,79	0,75
16	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Sábado/HPPG	3	152	50/50	2,26	0,92 – 5,98	2,53	-----	-----
17	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Domingo	14	360	50/50	8,91	3,62 – 39,13	7,34	T = 3,53 X + 1937,21	0,71
18	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Domingo/HPPG	5	156	45/55	2,13	1,20 – 4,85	1,85	-----	-----
19	VMV	Leitos	-----	Dia útil	20	396	50/50	11,81	3,00 – 32,83	7,08	T = 7,42 X + 1733,31	0,69
20	VMV	Leitos	7:00 – 9:00	Dia útil/HPTRA	9	439	71/29	1,14	0,32 – 1,79	1,15	T = 1,33 X – 80,91	0,71
21	VMV	Leitos	16:00 – 18:00	Dia útil/HPTRA	9	439	36/64	1,31	0,40 – 2,28	1,24	T = 1,36 X – 21,17	0,66
22	VMV	Leitos	-----	Dia útil/HPMPG	7	480	65/35	1,24	0,64 – 1,88	1,20	Ln (T) = 1,15 Ln (X) – 0,76	0,69
23	VMV	Leitos	-----	Dia útil/HPTPG	15	321	40/60	1,45	0,80 – 2,51	1,31	Ln (T) = 0,89 Ln (X) + 0,93	0,72
24	VMV	Leitos	-----	Sábado	15	408	50/50	8,14	3,35 – 21,04	4,80	Ln (T) = 0,58 Ln (X) + 4,65	0,71
25	VMV	Leitos	-----	Sábado/HPPG	4	331	47/53	1,00	0,45 – 1,97	1,17	-----	-----
26	VMV	Leitos	-----	Domingo	15	408	50/50	7,19	3,22 – 15,32	4,40	Ln (T) = 0,61 Ln (X) + 4,38	0,73
27	VMV	Leitos	-----	Domingo/HPPG	7	290	45/55	1,03	0,50 – 1,59	1,09	Ln (T) = 0,60 Ln (X) + 2,31	0,64

¹Viagens médias por veículos; ²Área bruta de piso ³Hora pico do tráfego da rua adjacente; ⁴Hora pico da manhã do pólo gerador; ⁵Hora pico da tarde do pólo gerador; ⁶Hora pico do pólo gerador;

Tabela 2: Modelos e taxas de viagens para Casas de Saúde (ITE, 2008)

ID	Variável dependente (T)	Variável independente (X)	Período de pico entre (horas)	Dias e horas de estudos	Nº de estudos	Tamanho variável independente	Nº médio da variável independente	Direção distribuição: entrando/saindo	Taxa média de viagens pela variável independente	Variação das taxas	Desvio Padrão	Modelo de regressão	Coefficiente de determinação R ²
1	VMV ¹	Empregos	-----	Dia útil/HPPG ²	1	68	-----	69/31	0,19	-----	-----	-----	-----
2	VMV	Empregos	-----	Dia útil	3	---	25	50/50	6,55	5,25 – 8,72	2,92	-----	-----
3	VMV	Empregos	-----	Dia útil/HPPG	3	---	25	-----	0,80	0,73 – 0,94	0,89	-----	-----
4	VMV	Empregos	-----	Sábado	3	---	25	50/50	6,63	5,71 – 8,83	2,83	-----	-----
5	VMV	Empregos	-----	Sábado/HPPG ⁴	3	---	25	-----	1,25	0,80 – 2,06	1,22	-----	-----
6	VMV	Empregos	-----	Domingo	3	---	25	50/50	6,57	5,28 – 10,28	3,29	-----	-----
7	VMV	Empregos	-----	Sábado/HPPG	4	---	36	66/34	1,08	0,87 – 2,28	1,12	T = 0,57 X + 17,97	0,67
8	VMV	Leitos	-----	Dia útil	5	---	83	50/50	2,37	2,00 – 3,03	1,57	T = 2,30 X + 6,07	0,79
9	VMV	Leitos	7:00 – 9:00	Dia útil/HPTRA ³	2	---	90	-----	0,17	0,16 - 0,20	-----	-----	-----
10	VMV	Leitos	16:00 – 18:00	Dia útil/HPTRA	4	---	99	33/67	0,22	0,12 – 0,27	0,47	-----	-----
11	VNV	Leitos	-----	Dia útil/HPPG	3	---	128	69/31	0,12	0,06 – 0,25	0,36	-----	-----
12	VMV	Leitos	-----	Dia útil/HPPG	7	---	90	40/60	0,30	0,21 – 0,43	0,55	Ln (T) = 0,87 Ln (x) - 0,62	0,51
13	VMV	Leitos	-----	Sábado	3	---	78	50/50	2,11	1,62 – 2,30	1,48	-----	-----
14	VMV	Leitos	-----	Sábado/HPPG	3	---	78	-----	0,40	0,30 – 0,53	0,64	-----	-----
15	VMV	Leitos	-----	Sábado	3	---	78	50/50	2,10	1,62 – 2,64	1,49	-----	-----
16	VMV	Leitos	-----	Sábado/HPPG	5	---	107	57/43	0,36	0,29 – 0,59	0,60	T = 0,22 X + 14,27	0,74
17	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil	3	---	42	50/50	7,58	5,67 – 10,31	3,43	-----	-----
18	VMV	1000 ft ² GFA	7:00 – 9:00	Dia útil/HPTRA	3	---	42	71/29	0,55	0,35 – 0,86	0,77	-----	-----
19	VMV	1000 ft ² GFA	16:00 – 18:00	Dia útil/HPTRA	3	---	42	42/48	0,74	0,27 – 1,32	0,96	-----	-----
20	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil/HPPG	2	---	41	-----	0,42	0,35 – 0,58	-----	-----	-----
21	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil/HPPG	2	---	41	-----	0,72	0,58 – 1,00	-----	-----	-----

¹Viagens médias por veículos; ²Hora pico do pólo gerador; ³Hora pico do tráfego da rua adjacente; ⁴Área bruta de piso.

Tabela 3: Taxas de viagens para Clínicas (ITE, 2008)

ID	Variável dependente (T)	Variável independente (X)	Período de pico entre (horas)	Dias e horas de estudos	Nº de estudos	Tamanho variável independente	Nº médio da variável independente	Relação entre viagens atraídas e produzidas (%)	Taxa de viagens pela variável independente	Variação das taxas	Desvio Padrão	Modelo de regressão	Coefficiente de determinação R ²
1	VMV ¹	Empregos	-----	Dia útil/HPMPG ⁴	1	20	-----	50/50	0,90	-----	-----	-----	-----
2	VMV	Empregos	-----	Sábado	1	650	-----	50/50	3,35	-----	-----	-----	-----
3	VMV	Empregos	-----	Domingo	1	650	-----	50/50	5,97	-----	-----	-----	-----
4	VMV	Médicos ²	-----	Dia útil/HPMPG	1	5	-----	50/50	3,60	-----	-----	-----	-----
5	VMV	1000 ft ² GFA ³	-----	Dia útil/HPTPG ⁵	1	64	-----	-----	5,18	-----	-----	-----	-----
6	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Sábado	1	161	-----	50/50	13,54	-----	-----	-----	-----
7	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Domingo	1	161	-----	50/50	24,10	-----	-----	-----	-----
8	VMV	Empregos	-----	Dia útil	2	-----	457	50/50	7,75	5,89 – 12,33	-----	-----	-----
9	VMV	Empregos	16:00 – 18:00	Dia útil/ HPTRA ⁶	3	-----	114	41/59	1,23	1,10 – 1,26	1,11	-----	-----
10	VMV	Empregos	-----	Dia útil/HPPG ⁷	2	-----	39	50/50	1,31	1,10 – 1,38	-----	-----	-----
11	VMV	Médicos	16:00 – 18:00	Dia útil/ HPTRA	2	-----	12	41/59	3,78	3,61 – 4,40	-----	-----	-----
12	VMV	Médicos	-----	Dia útil/HPTPG	2	-----	12	50/50	4,43	4,40 – 4,44	-----	-----	-----
13	VMV	1000 ft ² GFA	-----	Dia útil	2	-----	112	50/50	31,45	23,79 – 50,74	-----	-----	-----

¹Viagens médias por veículos; ²Médicos em tempo integral; ³Área bruta de piso; ⁴Hora pico da manhã do pólo gerador; ⁵Hora pico da tarde do pólo gerador; ⁶Hora pico do tráfego da rua adjacente; ⁷Hora pico do pólo gerador.

3.2. Oliveira (1971)

Há que se ressaltar um dos mais antigos trabalhos envolvendo o tema, desenvolvido na Grã-Bretanha (Oliveira, 1971). Este autor desenvolveu uma dissertação de mestrado, na *Imperial College of Science and Technology, University of London*. O estudo aborda as informações necessárias para a estimação de taxas de geração de viagens para faculdades e hospitais. Para o autor, os hospitais (caso dos ingleses) mantêm arquivos detalhados de uma gama de fatores que variam de detalhes pessoais de usuários a descrição física do uso do solo.

O autor pesquisou dados em cinco hospitais ingleses (*St. Mary Abbots' Hospital, The Royal Marsden Hospital, The Hospitals for Diseases of the Chest, St. Stephens' Hospital* e *St. Thomas' Hospital*) relacionados à localização, área total ocupada pelo hospital e tipos similares de itens que podem ser obtidos a partir de mapas e planos, além de dados relacionados com as pessoas. Estes foram estratificados dados de pessoal (funcionários e pacientes). Os autores apresentam diversas tabelas com esses dados e que poderiam ser utilizados na explicação e previsão de viagens geradas por hospitais e estabelecimentos de saúde.

O autor não desenvolve modelos ou taxas de geração de viagens; porém, apresenta um trabalho conceitual e reflexões sobre informações para este fim. Com relação aos hospitais, Oliveira (1971) resalta que basicamente a variável independente “leito” – e suas derivações - é a mais comum entre os trabalhos por ele pesquisados.

3.3. CET-SP (1983)

Este estudo, um dos pioneiros no Brasil, se refere ao Boletim Técnico nº 32 da Companhia de Engenharia de Tráfego da Prefeitura de São Paulo (Brasil) que procurou, dentre outros aspectos, elaborar modelos matemático-estatísticos que pudessem ampliar a fixação de parâmetros físicos dos então PGTs, tais como o número de vagas para estacionamento. Os dados coletados tiveram como objetivo a identificação de características do PGT, dos usuários e das viagens. Realizaram-se três tipos de pesquisas: i) contagem de pessoas, ii) coleta de dados físicos e operacionais, e iii) entrevistas com os usuários (pacientes, visitantes e funcionários). As duas primeiras pesquisas tiveram como objetivo a construção de modelos de geração de viagens e, a última, os modelos de divisão modal. No caso dos PGTs do tipo hospital, foram entrevistadas 1.835 pessoas, abrangendo 5 estabelecimentos da cidade de São Paulo.

Com os dados da pesquisa realizada, foram desenvolvidos modelos matemáticos de previsão de demanda, usados para dimensionar estacionamentos e para a previsão de impactos (ver Figura 2).

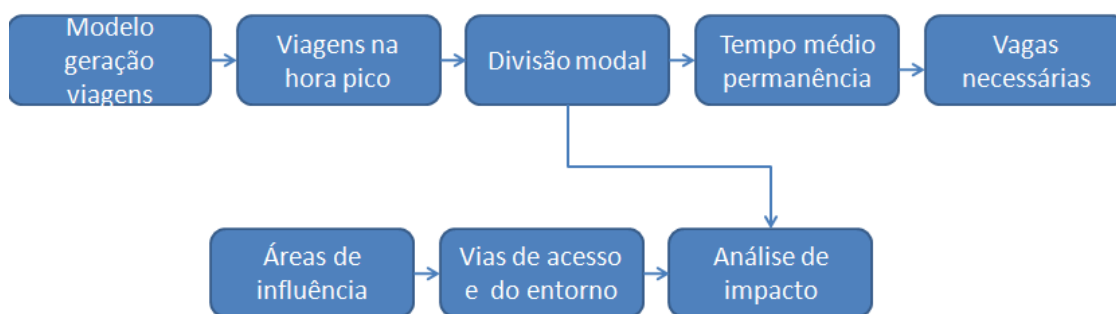


Figura 1: Dimensões da Produção de Viagens Esquema de geração de modelos e índices (CET, 1983)

A pesquisa abrangeu alguns tipos existentes, divididos em hospitais gerais, especializados e maternidades, sendo citados: Hospital Matarazzo, Beneficência Portuguesa, Hospital de Defeitos na Face, e Maternidade São Paulo.

O Hospital Matarazzo era localizado no Bairro Bela Vista, e foi desativado em 1993. O Hospital da Beneficência Portuguesa, localizado no Bairro Paraíso, é considerado o maior e mais avançado complexo hospitalar privado da América Latina. Conta com aproximadamente 1.400 profissionais de saúde e cinco mil funcionários. O Hospital de Defeitos na Face, da época da pesquisa, corresponde ao atual Hospital da Cruz Vermelha Brasileira, filial do Estado de São Paulo, e que dispõe de centro de terapia intensiva exclusivo para pacientes com queimaduras graves. Sua localização é o Bairro da Saúde. A Maternidade São Paulo ficava no Bairro Consolação, e foi uma unidade hospitalar especializada em obstetrícia, sendo desativada em 2003. Todos os quatro hospitais citados são (ou eram) de grande porte e localizados em uma região central expandida da capital paulista.

As variáveis explicativas para a geração de viagens foram a “número de funcionários”, a “área construída” e “número de leitos”. Os modelos foram obtidos com o uso de análise de regressão.

Dimensão Espacial

Os estabelecimentos abordados ficam em uma metrópole brasileira, a maior da América Latina, com características bastante peculiares. O estudo de CET (1983) calculou as áreas de influência, representadas na Tabela 4.

Tabela 4: Áreas de influência para hospitais (CET, 1983)

Viagens abrangidas (%)	Área de influência
50	Até 7 km
75	Até 11 km
95	Até 18 km

Dimensão Temporal

Sem especificar exatamente quais foram os momentos de pico, o estudo relata que os modelos gerados se referem à hora-pico.

Padrão de viagens

O número médio de viagens atraídas pelos hospitais analisados, na hora pico é estimado através dos modelos de análise de regressão (Equações 1 a 3).

$$V = 0,483 NF + 36,269 \quad (R^2 = 0,837) \quad \text{Equação 1}$$

$$V = 0,023 AC + 28,834 \quad (R^2 = 0,742) \quad \text{Equação 2}$$

$$V = 36,065x(1,5)^{NLx10^{-2}} + 141,793 \quad (R^2 = 0,645) \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

V = número de viagens para o hospital;

NF = número de funcionários;

AC = área construída (m²);

NL = número de leitos.

Como se pode observar, dentre as equações 1 a 3, a primeira, que leva em conta o número de funcionários, é a que apresenta o maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,837$), seguida pela equação que associa viagens à área construída ($R^2 = 0,742$). O pior resultado é apresentado pela equação 5, que considera o número de leitos do hospital ($R^2 = 0,645$).

O número mínimo de vagas para estacionamento de automóveis é estimado através das Equações 4 e 5.

$$NV_g = 0,27x2,54xV \quad \text{Equação 4}$$

$$NV_g = 0,69V \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

NV_g = número mínimo de vagas de estacionamento para automóveis;

V = número de viagens para o hospital;

0,27 = percentagem de viagens por automóvel atraídas aos PGVs/hospitais (2 horas e 32 minutos);

2,54 = tempo médio de permanência por automóvel (2 horas e 32 minutos);

CET (1983) alerta que os modelos encontrados para o PGV hospital, representados pelas Equações 2 e 3, apresentaram uma baixa correlação entres as variáveis área construída e número de leitos com o número de viagens atraídas. Caso estes modelos sejam aplicados para o dimensionamento do número de vagas a serem construídas

para um novo estabelecimento hospitalar, elas poderiam ficar subestimadas. Assim, foram propostos índices auxiliares procurando relacionar, a partir dos dados empíricos, área construída e número de leitos, para melhor facilitar a estimativa das previsões, como mostra a Tabela 5. Esta tabela apresenta o maior valor, o menor valor e o valor médio. Recomenda o autor que esses índices auxiliares devem ser encarados apenas com uma estimativa da relação entre a área construída e o número de leitos, uma vez que há uma variação bastante significativa entre o menor e o maior valor, derivados de levantamentos empíricos, em nenhum tratamento estatístico.

Tabela 5: Relação entre (AC) área construída e (NL) número de leitos de hospitais (CET, 1983)

Menor valor	$AC = 0,013NL$
Valor médio	$AC = 0,022NL$
Maior valor	$AC = 0,102NL$

Como resultado das análises realizadas, CET (1983) apresenta uma proposta final, com relação ao número de vagas para estacionamento em hospitais, classificando-os em função do número de leitos, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Número de vagas em função do número de leitos de hospitais (CET, 1983)

Número de leitos	Vagas necessárias
$NL \leq 50$	1 vaga por leito
$50 \leq NL \leq 200$	1 vaga a cada 1,5 leito
$NL > 200$	1 vaga a cada 2 leitos

Infelizmente, CET (1983) não disponibiliza os dados coletados em campo para os hospitais, o que impossibilita informações adicionais e conclusões mais sólidas.

3.4. ARPC (2001)

Um estudo foi desenvolvido pela ARPC-*Arkoma Regional Planning Commission*, entidade bi-estadual para os estados americanos de Arkansas e Oklahoma, em 2001. Ele teve como objetivo identificar taxas de geração de viagens para algumas categorias de uso do solo, dentre elas, empreendimentos de saúde, de tal forma que as autoridades pudessem estimar com mais precisão os impactos de tráfego futuro em

seus sistemas viários existentes. Os resultados dos estudos atualizaram estimativas de taxas de geração de viagens derivadas de outras pesquisas conduzidas em 1984 e 1986, para os diversos tipos de uso do solo, pela ARPC.

Dimensão Espacial

Para levantamento da taxa de geração de viagens, a ARPC utilizou como referência o *St. Edward Mercy Medical Center*, localizado em *Fort Smith*, no estado de *Arkansas*, e atende, segundo informações atuais, acima de 400 mil residentes de 13 cidades.

Dimensão Temporal

Segundo a ARPC (2001), foram realizadas contagens automáticas de tráfego nos acessos de motoristas na planta do hospital, para período que variou entre um mínimo de 24 horas e um máximo de 48 horas, sem, no entanto, especificar o período adotado para cada tipo de uso do solo. O período da pesquisa, sem ser específica também para o caso do hospital, foi entre 1998 e 2001. Informações complementares foram obtidas junto a administradores do hospital.

Taxas de Viagens

A Tabela 7 apresenta a taxa de viagens obtida na pesquisa da ARPC, em função do número de leitos, área, vagas de estacionamento e por leito, para três empreendimentos de saúde: *St. Edward Mercy Medical Center*, *Holt-Krock Clinic* e *Cooper Clinic e Med. Offices*.

Tabela 7: Taxas de viagens para hospitais (ARPC, 2001)

Empreendimento de saúde/ano pesquisa	Viagens por			
	Número Empregos	Área (Acre)	Vaga estacionamento	Leito
St. Edward, 1984	8,4	216,4	11,8	25,2
Holt-Krock Clinic, 1998	30,0	96,0	2,4	-
Cooper Clinic e Med. Offices, 1984	10,1	262,8	5,3	-

3.5. MACÊDO, FILIZOLA e SOUZA (2002)

O estudo desenvolvido por Macêdo, Filizola e Souza (2002) abrangeu um conjunto de micro-pólos geradores de viagens, ou seja, o agrupamento de pequenos empreendimentos que, individualmente considerados produzem pequeno impacto nas viagens. No entanto, quando agrupados em um número mínimo, podem gerar impactos significativos. No estudo em questão, os autores levaram em consideração na pesquisa um conglomerado de clínicas médicas localizadas no Setor Aeroporto, bairro da região central de Goiânia-GO, região central do Brasil.

O estudo teve como objetivo desenvolver modelos matemáticos para estimação da quantidade de viagens geradas pelo conjunto de clínicas médicas, utilizando-os, posteriormente, para estimar o número de vagas de estacionamento para atendimento exclusivo de clientes dessas clínicas.

Dimensão Espacial

O bairro da cidade de Goiânia escolhido para estudo apresentava, inicialmente, uso do solo preponderantemente residencial e com ruas estreitas. Posteriormente, a ocupação do solo, passou a ter, também, clínicas médicas e revendas de automóveis. No bairro, a amostra de clínicas usada na pesquisa foi aquela composta por estabelecimentos localizados no polígono composto pelas quadras 9-A a 13-A e seu entorno.

Os autores delimitaram isócronas em relação ao modo de transporte individual, de 5 em 5 minutos, até o limite de 20 minutos. Os traçados foram desenhados a partir dos dados de pesquisa junto a clientes e funcionários das clínicas. Nos casos em que as informações não eram consideradas suficientes, os tempos de viagens foram estimados através de velocidades regulamentadas para as vias, segundo os trajetos estabelecidos.

Estabeleceu-se, também, a área de influência das clínicas consideradas. Delimitou-se a área de influência através das observações das isócronas e isócotas, além de pesquisa origem-destino junto a 196 pessoas, sendo a maioria clientes, mas também funcionários e médicos. Adotou-se que a área de influência deveria conter ao menos 70% das viagens atraídas. A área de influência obtida abrangeu a 71% das viagens.

Dimensão Temporal

A pesquisa foi realizada levando-se em conta dez (12%) das 83 clínicas existentes no bairro e transcorreu durante os meses de julho/agosto de 2001 e janeiro/fevereiro de 2002. Para esse conglomerado de clínicas, encontrou-se duas horas-pico: uma de manhã, das 7:00h às 8:00h, e outra à tarde, das 14:00h às 15:00h. Das dez clínicas pesquisadas, duas delas, a Clínica Urológica de Goiânia e Clínica Manoel da Costa, não foram usadas na estimativa da hora pico, uma vez que seus dados se mostraram sem homogeneidade em comparação com as demais, por apresentarem horários de funcionamento distintos, tipo de atendimento, etc. A Tabela 8 apresenta as porcentagens de viagens na hora pico e viagens/hora.

Tabela 8: Distribuição das viagens ao longo do dia (Macêdo, Filizola e Souza 2002)

Clínicas	Viagens na hora pico (%)	Viagens/hora (%)
Clínica Urológica de Goiânia	NC ¹	NC
Centro Médico Santana	20,00	7,06
Clínica Manoel da Costa	NC	NC
Clínica Humana	13,34	6,66
Centro Goiano Otorrino	15,00	8,75
Clínica São Camilo	12,50	8,82
Centro Médico Especializado	15,00	7,00
Unidade Respirat. e Cardiológ.	11,43	7,71
Laboratório Bio Imagem	12,00	8,83
Centro Médico A. D'Avila	10,67	7,87
Média	13,74	7,78

¹NC = não consideradas

A dimensão temporal refere-se às viagens médias por dia sem especificar um dia típico. Estas viagens foram obtidas das contagens feitas em diversos momentos do dia (pela manhã, pela tarde e nas horas de pico) e da quantidade de consultas diárias em cada um dos estabelecimentos pesquisados.

Padrão de Viagens

As variáveis consideradas na pesquisa foram; número de médicos, número de consultórios, área construída, número de especialidades e número de convênios. Durante a realização dos levantamentos, os autores resolveram acrescentar a variável número de técnicos, uma vez que constataram em campo a sua existência, inicialmente ignorada.

A Tabela 9 apresenta o resumo dos dados coletados e a quantidades de viagens geradas por cada clínica durante o dia.

Tabela 9 : Resumo dos dados da pesquisa e viagens geradas por dia (Macêdo, Filizola e Souza 2002)

Clínicas		Médicos	Técnicos	Consul- tórios	AC ¹ (m ²)	Especia- lidades	Convênios	VGD ²
Urológica Goiânia	de	4	0	4	552,00	1	8	47
Centro Santana	Médico	5	0	4	407,00	2	7	41
Manoel da Costa		3	0	3	279,00	3	8	56
Humana		8	0	6	278,00	4	9	82
Centro Otorrino	Goiano	8	0	10	261,05	2	16	80
São Camilo		9	10	11	320,00	6	28	120
Centro Especializado	Médico	6	0	3	309,81	3	10	114
Unidade e Cardiológ.	Respirat.	11	0	5	300,00	5	7	91
Laboratório Imagem	Bio	4	6	3	375,00	5	14	118
Centro D'Avila	Médico A.	26	13	17	1.752,00	8	14	340

¹AC = área construída ²VGD = viagens geradas por dia

A escolha modal para a realização das viagens apresentou certo equilíbrio entre os modos veículo particular e pelo transporte público urbano. A Tabela 10 traz a divisão modal das viagens ao conjunto de clínicas pesquisado.

Tabela 10: Divisão modal das viagens geradas às clínicas particulares (Macêdo, Filizola e Souza 2002)

Modo transporte	%
Veículo particular	47
Transporte público urbano	45
A pé	5
Motocicleta	2
Táxi	1
Total	100

Após análises estatísticas das variáveis, e por motivo de simplificação dos modelos, os autores decidiram aglutinar as variáveis médicos e técnicos em uma única, que se passou a chamar de “clínicos”. Assim, vários modelos foram desenvolvidos envolvendo a variável dependente VGD (viagens geradas por dia) e as diversas variáveis independentes consideradas. No entanto, após as análises estatísticas de todas as equações de regressão linear desenvolvidas, os autores definiram que apenas três delas poderiam ser utilizadas com precisão, confiabilidade e simplicidade. As Equações 6 a 8 são apresentadas a seguir:

$$VGD = 9,0 + 11,9 Med \quad (R^2 = 0,853) \quad \text{Equação 6}$$

$$VGD = 33,2 + 0,174 AC \quad (R^2 = 0,8925) \quad \text{Equação 7}$$

$$VGD = 22,5 + 7,56 Cln \quad (R^2 = 0,912) \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

VGD = viagens geradas por dia

Med = número de médicos

AC = área construída da clínica (m²)

Cln = número de clínicos

Para a determinação do número de vagas de estacionamento para clientes, levando-se em consideração a hora pico, a equação obtida foi a Equação 9. Recomendamos os autores que para atendimento adicional para vagas para médicos, técnicos e funcionários, deve-se adicionar uma vaga para cada consultório ou sala de exames.

$$VHP = 3,36 + 0,0017 AC \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

VHP = viagens geradas na hora pico

AC = área construída da clínica (m²)

3.6. LIMA CARQUEJA (2006)

O estudo de Lima Carqueja (2006) analisa os hospitais como pólos geradores de viagens e estima taxas de geração e parâmetros com o objetivo de dimensionar as áreas de estacionamento e os setores de embarque e desembarque de pessoas.

Este trabalho foi desenvolvido em dois hospitais da Região Metropolitana de Florianópolis (Grande Florianópolis), um deles é um hospital público regional situado na cidade de São José e o outro é um hospital privado localizado no centro de Florianópolis.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de pesquisas e contagens de veículos na entrada e saída dos estacionamentos dos hospitais. Em base às pesquisas foi feita uma caracterização dos usuários e seus padrões de viagens.

Dos resultados obtidos referidos às caracterizações dos usuários destaca-se que existe uma diferença no grau de instrução médio entre os usuários do hospital público e do hospital privado. A quantidade de usuários com grau de escolaridade igual ou superior ao ensino médio foi 15% maior no hospital privado do que no hospital público, o que estaria indicando que as pessoas com maior grau de escolaridade possuem maior possibilidade de acesso ao hospital privado. Outro resultado obtido foi que a maioria das pessoas que assistem aos hospitais possui uma idade entre 31 e 60 anos. Também se destaca que a renda média individual e familiar dos usuários do hospital privado é maior à renda média apresentada pelas pessoas que assistem ao hospital público.

Na Tabela 11 são apresentadas as características mais importantes das amostras de usuários pesquisados em cada um dos hospitais estudados.

Tabela 11: Características dos usuários.

		Hospital	
		Público	Privado
Tipo de usuário	Médico	10,00%	4,41%
	Funcionário da saúde	8,57%	14,71%
	Funcionário Administrativo	11,43%	13,24%
	Paciente	32,86%	38,23%
	Visita aos pacientes	18,57%	7,35%
	Acompanhante de paciente	14,29%	19,12%
	Outros	4,29%	2,94%
Sexo	F	48,57%	60,29%
	M	51,43%	39,71%
Grau de Escolaridade	Nenhuma	7,14%	2,94%
	Ensino Fundamental	31,43%	20,59%
	Ensino Médio	35,71%	32,35%
	Superior	14,29%	38,24%
	Pós-graduação	11,43%	5,88%
Total da amostra		70	68

As características das viagens foram definidas em base à distribuição modal, o tempo de viagem até o hospital e a origem das viagens, classificando as viagens como aquelas com origem no lar ou sem origem no lar.

Dimensão Espacial

Foi especificada a localização de cada hospital sendo o hospital privado situado no centro de Florianópolis e o hospital público numa importante rua num bairro do município de São José. A localização não foi um dado utilizado nos modelos de geração de viagens.

Dimensão temporal

A dimensão temporal corresponde às viagens diárias.

Padrão de viagens.

A distribuição modal apresentada na Tabela 12 mostra que existe uma maior proporção de viagens em veículos particulares no hospital público, o que pode estar relacionado com a gratuidade e as melhores possibilidades para estacionar neste estabelecimento.

No referido aos tempos de viagens (de ida), na Tabela 12 pode-se observar que mais da metade das viagens possuem um tempo inferior a 30 minutos.

Tabela 12: Distribuição modal, tempos de viagem e origem da viagem.

		Hospital	
		Público	Privado
Distribuição modal	Automóvel como condutor	41,43%	29,41%
	Automóvel como passageiro	14,29%	17,65%
	Taxi	1,43%	1,47%
	Moto	2,86%	0,00%
	Até um ônibus urbano	10,00%	23,53%
	Mais de um ônibus urbano	10,00%	4,41%
	A pé	4,29%	2,94%
	Ambulância	4,29%	4,41%
	Vans ou micro-ônibus	11,43%	16,18%
Tempo de viagem (ida)	Entre 1 e 15 minutos	40,00%	36,76%
	Entre 15 e 30 minutos	30,00%	25,00%
	Entre 30 e 45 minutos	5,71%	10,29%
	Entre 45 e 60 minutos	5,71%	5,88%
	Entre 60 e 90 minutos	1,43%	4,41%
	Entre 90 e 120 minutos	7,14%	11,76%
	Entre 120 e 180 minutos	5,71%	4,41%
	Entre 180 e 240 minutos	1,43%	0,00%
	Mais de 240 minutos	2,86%	1,47%
Origem	Residência	94,29%	98,53%
	Outra	5,71%	1,47%

Foram estimadas as taxas de geração de viagens por dia para as variáveis área bruta por cada 100 m², quantidade de camas e quantidade total de empregados. As taxas foram calculadas para as viagens diárias em automóveis, chamadas de viagens Tipo 1 e para as viagens em automóveis mais vans e ambulâncias que foram denominadas como Tipo 2. Os valores das taxas de geração são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Taxas de geração de viagens

	Cada 100m ² de área		Quantidade de camas		Número de Empregados	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
Hospital						
Público	6,73	7,31	4,79	5,21	1,77	1,92
Privado	5,59	6,48	4,45	5,16	1,60	1,86

O estudo recomenda acrescentar o tamanho da amostra de hospitais e a quantidade de pesquisas aos usuários dos hospitais, sendo esta a base para futuros estudos.

3.7. FEHR e PERS (2008)

O trabalho desenvolvido por Fehr e Pers (2008) dispõe de previsão da geração de viagens e demanda por estacionamento nas horas pico, a partir de projeto de ampliações do Centro Médico da Universidade de Stanford, em Walnut Creek, na Califórnia.

O estudo utiliza contagens de tráfego e verificação de ocupação de estacionamento, realizados em outubro de 2006, para estabelecer taxas de demanda de viagens e estacionamento. Essas taxas são aplicadas o avaliar o crescimento dos estabelecimentos hospitalares, incluindo espaços de internação e clínicas, além de consultórios médicos.

As alterações nos projetos implicaram em: i) redução de um pavilhão de 200.000 ft² para 60.000 ft²; ii) ampliação de espaços para clínicas em 100.000 ft²; iii) ampliação de espaços para o hospital em 40.000 ft².

Os hospitais geram cerca 0,80 viagens na hora pico por MPQ (1.000 ft²). O prédio de consultórios gera de 2,2 a 2,6 viagens na hora pico por MPQ (1.000 ft²).

Nas Tabelas 14 e 15 são apresentadas as taxas de geração de viagens em veículo e a demanda de estacionamento.

Tabela 4: Taxas de viagens para hospital e clínicas (Fehr e Pers, 2008)

Uso solo	Área existente (MPQ) ¹	Taxas de viagens					
		Hora pico manhã			Hora pico tarde		
	Entra	Sai	Total	Entra	Sai	Total	
Hospital	1.753,197	0,61	0,20	0,81	0,23	0,58	0,82
Consultórios médicos							
A	23,5	1,87	0,77	2,64	0,47	1,79	2,26
B	45,481	2,02	0,66	2,68	0,59	1,08	1,67
C	41,067	2,09	0,49	2,58	0,54	2,19	2,73
Total	110,048	2,03	0,62	2,65	0,55	1,65	2,20

¹MPQ = mil pés quadrados

Tabela 5: Taxas de geração de estacionamento para hospital e clínicas (Fehr e Pers, 2008)

Uso solo	Área Existente (MPQ) ¹	Demanda por estacionamento	
		Hora pico manhã	Hora pico tarde
			2,22 veículos por MPQ
Hospital (internação e ambulatórios)	1.753,197	2,23 veículos por MPQ	2,23 veículos por MPQ
Hospital (incorporando ampliações)	2.199,197	1,78 veículos por MPQ	1,78 veículos por MPQ
Consultórios médicos			
A	23,5	3,70 veículos por MPQ	3,91 veículos por MPQ
B	45,481	3,45 veículos por MPQ	3,58 veículos por MPQ
C	41,067	5,11 veículos por MPQ	5,60 veículos por MPQ
Média para consultórios		4,09 veículos por MPQ	4,36 veículos por MPQ
Taxas propostas		4,0 veículos por MPQ	4,0 veículos por MPQ

¹MPQ = mil pés quadrados

3.8. LATINOPOULOU, TSOHOS e BASBAS (2010)

Latinopoulou, Tsohos e Basbas (2010) entendem que, na avaliação das políticas de uso do solo, o conhecimento das taxas de geração de viagens é essencial para planejadores e engenheiros, que trabalham nas áreas de urbanismo e transportes. Esses pesquisadores, pertencentes ao Laboratório de Engenharia de Transportes da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Aristóteles de Tessalônica, na Grécia.

A pesquisa foi reportada no artigo intitulado “Taxas de geração de viagens e uso do solo – planejando transportes no ambiente urbano”, publicado no livro “Transporte Urbano VII: Transporte Urbano e Meio Ambiente no Século 21”, da Editora WIT Press, Southampton, Inglaterra.

A pesquisa produziu taxas e modelos de geração de viagens para diferentes usos do solo, dentre eles, educacional, administrativo, bancário, cultura, hoteleiro, industrial e, por hospitalar.

Os resultados alcançados para os modelos de taxas de geração de viagens foram apresentados na forma de equações matemáticas, que foram obtidas através de análises de regressão. Levaram em consideração dados obtidos através de pesquisas que fizeram uso de questionários criados especificamente para este fim. As taxas de geração de viagens em função das variáveis independentes empregos, leitos e área de piso, estão apresentadas na Tabela 16. Essas mesmas taxas são comparadas com dados americanos.

Dimensão Espacial

A pesquisa foi conduzida usando dados de uma amostra representativa, segundo os autores, para a Região Metropolitana de Tessalônica (RMT) e a Região Metropolitana de Atenas (RMA), na Grécia, sem, no entanto, dar mais detalhes. A RMT atinge uma população total de cerca de um milhão de habitantes, dispersos em uma área de 1,1 mil km², abrangendo mais de 30 municípios. Tessalônica é a segunda maior cidade grega, a principal cidade da região da Macedônia. Por sua vez a Região Metropolitana de Atenas, capital da Grécia, que agrega 54 municípios, tem uma população de quase quatro milhões de habitantes, em uma área de 2,9 mil km².

Dimensão Temporal

Não há qualquer referência no relato da pesquisa sobre as datas precisas em que os dados foram levantados. Cita-se, de maneira geral, considerando todos os usos do solo abordados, que os levantamentos foram realizados “durante as duas últimas décadas”. Relatam, também, os autores, que os modelos foram desenvolvidos considerando as viagens diárias por pessoa aos hospitais. Não há, igualmente, referências para os dias da semana em que as pesquisas foram elaboradas.

Padrão de Viagens

O artigo traz taxas de geração de viagens diárias por pessoas para estabelecimentos hospitalares, apresentadas na Tabela 16. Latinopoulou, Tsohos e Basbas (2010), adicionalmente, elaboraram uma comparação das taxas obtidas na Grécia com taxas

americanas, sendo estas dadas em taxas de geração de viagens diárias por veículos para estabelecimentos hospitalares americanos.

Tabela 16: Taxas de geração de viagens diárias por pessoas para hospitais, para Grécia e EUA, segundo Latinopoulou, Tsohos e Basbas (2010)

Variável independente	TAXAS DE GERAÇÃO DE VIAGENS							
	Taxa média de viagens ¹		Taxa máxima		Taxa mínima		Valor médio variável independente	
	GRÉCIA	EU A	GRÉCIA	EU A	GRÉCIA	EU A	GRÉCIA	EU A
Empregos	6,34	5,50	7,87	11,10	5,3	2,17	505	829
1000 pés ² de piso	21,37	16,91	37,00	-	9,90	-	150	322
Nº de leitos	9,11	12,16	10,65	32,83	4,5	3,00	351	375

¹Viagens diárias de pessoas para Grécia e viagens diárias para veículos para os EUA

Latinopoulou, Tsohos e Basbas (2010) também desenvolveram dois modelos de geração de viagens para estabelecimentos hospitalares, para as Regiões Metropolitanas de Atenas e Tessalônica. O primeiro modelo (Equação 10) tem como variável dependente o número de viagens diárias de empregados para e do hospital e, como variáveis independentes, o número de postos de trabalho, o número de leitos e a área de piso, que são as variáveis mais utilizadas em modelos para esse uso do solo. Este modelo apresentou um bom coeficiente de correlação de Pearson ($R^2 = 0,9947$).

$$Y = -379,897 + 4,2747X_e - 0,008X_f + 4,3915X_b \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

E = número de viagens de empregados para e do hospital;

X_e = número de postos de trabalho;

X_f = área total de piso;

X_b = número de leitos.

Para a amostra pesquisada, registrou-se hospitais com número de leitos (X_b) variando entre 75 e 500; por outro lado, a área total de piso (X_f) variou entre 2.050 m² e 41.150 m².

O segundo modelo desenvolvido, mais simples, teve como variável dependente a mesma do modelo anterior, ou seja, o número de viagens diárias de empregados para e do hospital e, como variável independente, apenas o número leitos (Equação 11).

$$Y = -576,28 + 10,73X_b \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

E = número de viagens de empregados para e do hospital;

X_b = número de leitos.

3.9. MARTÍNEZ, HUESO e SÁNCHEZ (2010)

Os autores deste estudo, desenvolvido na Espanha, salientam que o lugar comum dos estudos sobre geração de viagens tem sido o uso de modelos disponibilizados pelo ITE (*Institute of Transportation Engineers*), porém alegam que os valores norte-americanos são “difícilmente extrapoláveis aos casos espanhóis”. Em vista disso, os autores desenvolveram um procedimento de estimação empírica das viagens geradas pelo *Hospital de Puerto de Sagunto* (em funcionamento), a partir de modelos gerados por ITE (2004) para as variáveis: número de empregados, área construída do hospital e número de leitos. Os resultados foram utilizados como estimativa de viagens a serem geradas pelo *Hospital de Torrevieja* (em construção, em um primeiro momento). Com a entrada em funcionamento do *Hospital de Torrevieja*, em 2008, o modelo passou por novos ajustes. Este hospital é público com gestão privada. A sua validação ocorreu a partir de dados levantados junto ao *Hospital de Villareal*. Estes três estabelecimentos de saúde apresentam características similares quanto a empregados, área construída, número de leitos, vias de acesso e população das cidades.

ITE (2008), por exemplo, divide os empreendimentos hospitalares em três tipos: hospitais, casas de repouso e clínicas. Martínez, Hueso e Sánchez (2010), no entanto, consideram que os três tipos de empreendimentos citados por ITE, no caso do sistema de saúde espanhol, se concentram, em boa parte, no hospital.

Há que se ressaltar que as viagens geradas pelos hospitais aqui abordadas se referem às viagens motorizadas.

Dimensão Espacial

A cidade de *Puerto de Sagunto* possui uma população de 66 mil habitantes, localizada na *Provincia de Valencia*; a cidade de *Torrevieja*, 102 mil, na *Provincia de Alicante*, e *Villareal*, 51 mil, na *Provincia de Castellón*. Todas estas cidades estão localizadas na região leste do território espanhol, junto ao Mar Mediterrâneo.

Dimensão Temporal

A pesquisa de dados de geração de viagens ao *Hospital de Puerto Sagunto*, *Hospital de Torreviejo* e *Hospital de Villareal* foram realizadas em campo, durante um dia inteiro sem, no entanto, especificar qual dia da semana, mês e ano. Apenas no caso do *Hospital de Torrevieja* ficou especificado o dia 4 de dezembro de 2008. Levantou-se, também, as horas pico.

Padrão de Viagens

Os autores, na definição das variáveis independentes para explicar as viagens ao hospital, seguiram à sugestão proposta por ITE (2004), ou seja, número de empregados, área construída e número de leitos. No entanto, quando se aplicou os

dados de número de empregados, de área construída e de leitos, as quantidades de viagens obtidas pela aplicação dos modelos de ITE (2004) e os valores reais foram muito diferentes, sendo estas últimas muito maiores, quando se consideram as variáveis independentes isoladamente. A partir daí, os autores decidiram incluir as três variáveis de maneira conjunta.

A Tabela 17 mostra as horas pico para o período da manhã e da tarde, bem como as quantidades reais de viagens atraídas em cada uma delas. Para se chegar a uma relação matemática que levasse em consideração as três variáveis, consideraram que:

- Essas três variáveis independentes afetam de maneira simultânea a atração de viagens, o que inviabilizariam o uso de apenas uma delas, mesmo considerando sua estreita relação;
- Foram levadas em conta as variáveis com suas equações independentes que foram deduzidas - inicialmente propostas por ITE (2004) - que tem uma relação direta com a atração de viagens (número de empregados x_1 , área construída x_2 e número de leitos x_3). Porém, cada uma delas corrigirá a equação ponderando-a com um peso mostra a importância associada a essas variáveis (α , β , e γ), determinando-se a importância relativa de cada uma delas frente às demais e seu domínio de influência;
- Por fim, foram agregadas adicionalmente variáveis, conseguindo-se corrigir a equação para se conhecer a influência do hospital na geração de viagens.

Tabela 17: Volumes de horas pico (manhã e tarde) para os *Hospitais de Torrevieja, Torrevieja e Villareal* (Martínez, Hueso e Sánchez, 2010)

Hora pico	Viagens (veíc/hora)
<i>Hospital de Puerto de Segunto</i>	
7:45h - 8:45h	938
14:15h - 15:15h	840
<i>Hospital de Torrevieja</i>	
7:45h - 8:45h	908
14:15h - 15:15h	700
<i>Hospital de Villareal</i>	
8:45h - 9:45h	1108
14:30h - 15:30h	795

A Tabela 18 traz os modelos de atração de viagens propostos por este trabalho, levando em conta as diferentes horas pico, ou seja, de manhã e de tarde.

Tabela 6: Modelos de atração de viagens propostos para hospitais (Martínez, Hueso e Sánchez, 2010)

Hora pico	Modelos de viagens atraídas a hospitais	Parâmetros
manhã	$T_m = (0,33 x_1 + 66,57) \alpha + (0,01076 x_2 + 160,9) \beta + (1,15 \ln x_3 - 0,76) \gamma$	$\alpha = 1,13$ $\beta = 0,923$ $\gamma = 0,4614$
tarde	$T_t = (0,36 x_1 + 97,41) \alpha + (8,255 \cdot 10^{-3} x_2 + 249,13) \beta + (0,94 \ln x_3 - 0,66) \gamma$	$\alpha = 1,10$ $\beta = 0,74$ $\gamma = 0,45$

Onde: x_1 = número de empregados do hospital; x_2 = área construída (m^2); x_3 = número de leitos úteis, incluídos os de serviços de urgências

A aplicação dos modelos de atração de viagens a hospitais, pelo modo motorizado, para o caso do *Hospital de Villareal*, usado para a validação dos modelos, significou uma variação de 3,6% para a hora pico da manhã e de 9,2% para a hora pico da tarde. Este dois erros são inferiores ao valor de erro assumido no cálculo recomendado para amostras pequenas que é de 10%, o que implica em dizer que os modelos foram adequadamente formulados, portanto, considerados válidos.

3.10. GONTIJO e RAIA Jr. (2009, 2010a, 2010b)

Os artigos de Gontijo e Raia Jr. (2009, 2010a, 2010b) são parte de uma tese de doutorado e tem como objetivo apresentar diversos resultados parciais de pesquisa de campo realizada no PGV/Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (o primeiro de uma série de 5 estabelecimentos pesquisados), tendo em vista a elaboração de modelos de atração de viagens. A tese, em andamento, tem como objetivo desenvolver modelo de geração de viagens para hospitais públicos em cidades médias do estado de São Paulo. Estes trabalhos procuraram demonstrar, com um pouco mais de detalhes toda a movimentação de acesso ao PGV.

Dimensão Espacial

Esta pesquisa foi realizada no hospital Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, uma cidade médio na região central do estado de São Paulo, com cerca de 220 mil habitantes.

Dimensão Temporal

Através do levantamento de campo verificou-se que o empreendimento gerou 4.705 viagens (pessoas entrando das 06h00min às 18h00min em um dia típico), considerando todos os modos de transportes (veículos particulares, motos, ônibus, a pé e bicicletas).

Nesta etapa realizou-se a contagem volumétrica no hospital (pessoas chegando ao empreendimento) no dia 17 de junho de 2009, das 06h00min às 18h00min e, através

dos resultados obtidos nessa contagem, fez-se um cálculo estatístico para a definição do tamanho da amostra e realização das entrevistas, que foram realizadas no período das 12h00min às 16h00min do dia 03 de julho de 2009, para a maioria dos acessos. Os outros acessos que tinham horários de funcionamento diferentes foram feitos no dia 07 de julho de 2009.

A partir dos resultados das contagens volumétricas nos acessos do PGV/Hospital (A1 a A13), elaborou-se uma distribuição do fluxo de pessoas chegando ao empreendimento no decorrer de um dia típico (quarta-feira), das 6h00min às 18h00min.

Padrão de Viagens

O hospital estudado está localizado próximo à área central da cidade de São Carlos. Ele possui 22.000 m² de área total construída, 337 leitos e 890 funcionários. Em relação ao nível de complexidade hospitalar a Santa Casa de São Carlos possui alta e média complexidade, onde cerca de 70 % dos seus atendimentos são realizados pelo Sistema Único de Saúde - SUS. Mesmo sendo uma fundação filantrópica esse hospital pode ser considerado como um empreendimento público, especialmente, por ser mantido com recursos do SUS.

Os levantamentos de campo permitiram elaborar o gráfico da Figura 3, contendo a variação de chegada de pessoas à Santa Casa.

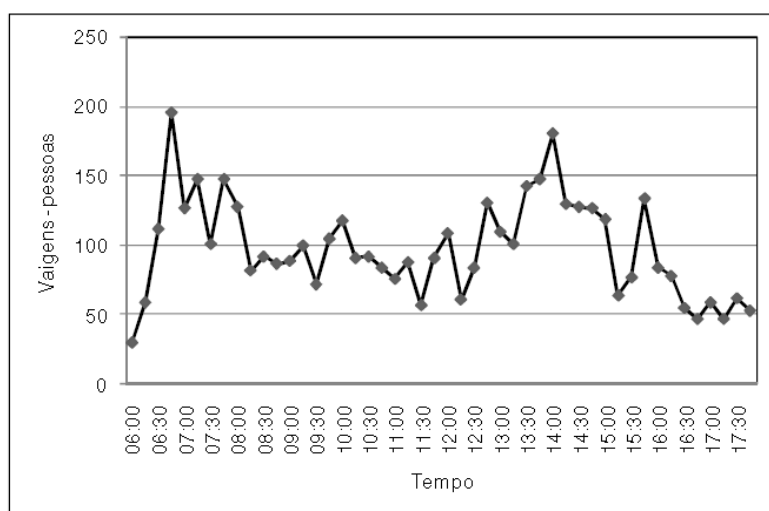


Figura 3: Variação do fluxo de chegada de pessoas à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)

Através da distribuição mostrada na Figura 2 é possível identificar os horários de pico do hospital como sendo das 06h45min às 07h45min e das 13h45min às 14h45min. Além dessa distribuição, foi possível também gerar um gráfico mostrando a localização dos diversos acessos (Figura 4) e fotos de alguns acessos (Figura 5) e distribuição dos fluxos por acesso (Figura 6).

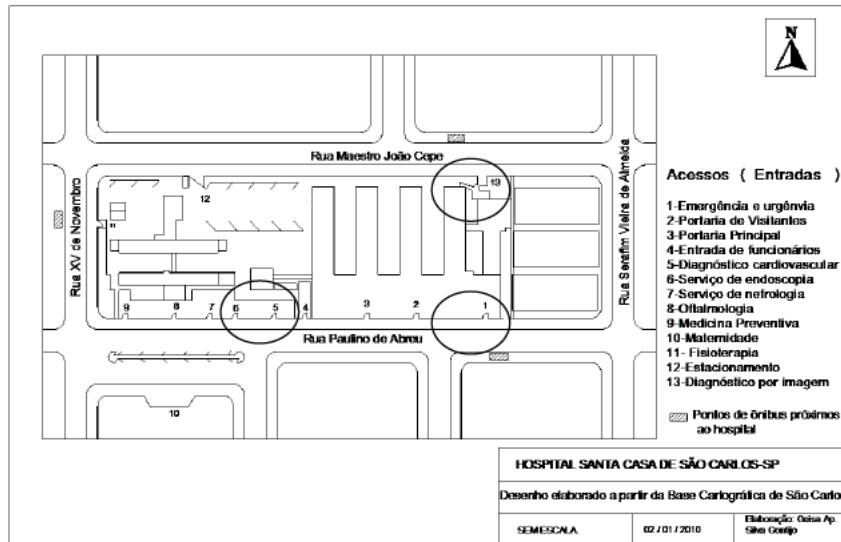


Figura 4: Localização dos 13 acessos à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010a)



a



b



c



d

Figura 5: Acesso ao serviço de: endoscopia (a); diagnóstico por imagem (b); maternidade (c); diagnóstico cardiovascular (d) (Gontijo e Raia Jr., 2010a)

A partir da Figura 4, constata-se que o acesso com maior volume de viagens é o de funcionários (A4), registrando todas as viagens realizadas por eles durante um dia de trabalho (quando chegam de manhã e quando retornam à tarde, após saírem por diversos motivos). O segundo acesso com maior volume de viagens foi o acesso aquele destinado ao serviço de diagnóstico e imagem (A13). Isto pode expressar a relevância dessa especialidade médica no número de viagens total do empreendimento estudado.

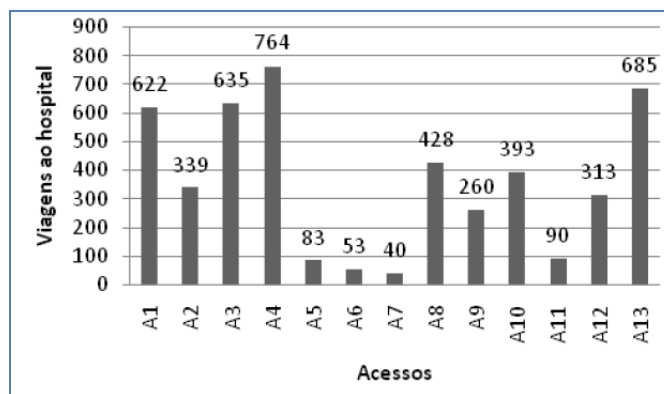


Figura 6: Volume dos 13 acessos à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)

O acesso A1, destinado à emergência e urgência (pronto-socorro), também apresentou altos volumes de viagens. Por este acesso é oferecido um serviços médicos em âmbito municipal (maior parte) e microrregional. 80% dos atendimentos nestes serviços são em pessoas que moram em São Carlos e, os outros 20%, em pessoas provenientes de outras cidades da microrregião de São Carlos. As viagens atraídas por esse serviço são bastante representativas quando se trata de todas as viagens realizadas ao empreendimento. O pronto-socorro atende pelo Sistema Único de Saúde - SUS

O terceiro acesso mais movimentado é aquele considerado principal (A3). Por este acesso os usuários chegam para pedir informações e depois são encaminhadas para outras unidades do hospital. Os acessos com o número de viagens diário mais baixo foram os acessos de diagnóstico cardiovascular (A5), de serviço de endoscopia (A6), de serviço de nefrologia (A7) e de fisioterapia (A11). Esse menor volume de viagens pode ser explicado, principalmente, pelo fato de que nesses locais os serviços médicos oferecidos são bastante específicos e, no geral, são realizados com horário de atendimento agendado, o que não ocorre com os outros acessos, principalmente, nos de urgência e emergência (A1) e de funcionários (A4).

A Tabela 19 mostra a divisão modal das viagens atraídas pela Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, com destaque para os modos automóvel (55% das viagens) e por ônibus (29%). Estes dados foram obtidos através da amostra de usuários entrevistada.

Tabela 19: Divisão modal das viagens atraídas pela Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)

Modo	Volume	%
Automóvel	282	55
Transp. coletivo	149	29
Motocicleta	36	7
A pé	21	6
Outros	17	3
Bicicleta	1	0
Total	506	100

Os dados da pesquisa de campo permitiram elaborar taxas de viagens em relação às variáveis consideradas: número de funcionários (NF), número de leitos (NL) e área construída (AC). Estas taxas estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20: Taxas de geração de viagens à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (Gontijo e Raia Jr., 2010b)

TAXAS				
Hora pico	Volume	NF = 890	NL = 337	AC = 22 (1000m ²)
Manhã	572	0,6427	1,6973	26,0000
Tarde	587	0,6596	1,7418	26,6818

As taxas de viagens foram desagregadas para considerar os diversos tipos de usuários da Santa Casa: pacientes, visitantes, funcionários, prestadores de serviços e outros. Estes dados estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 27: Taxas de geração de viagens à Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, para os diversos tipos de usuários (Gontijo e Raia Jr., 2010b)

TAXAS				
Usuários	Volume	NF = 890	NL = 337	AC = 22 (1000m ²)
Pico da manhã				
Pacientes	97	0,1090	0,2878	4,4091
Visitantes	62	0,0697	0,1980	2,8182
Funcionários	253	0,2843	0,7507	11,5000
Prest. Serviços	33	0,0371	0,0979	1,5000
Outros	127	0,1427	0,3769	5,7727
Pico da tarde				
Pacientes	102	0,1146	0,3027	4,6364
Visitantes	121	0,1360	0,3591	5,5000
Funcionários	196	0,2202	0,5816	8,9091
Prest. Serviços	27	0,0303	0,0801	1,2273
Outros	140	0,1573	0,4154	6,3636

3.11. ALBRIEU, PASTOR e GALARRAGA (2009, 2011)

Os estudos desenvolvidos por Albrieu, Pastor e Galarraga analisam seis hospitais públicos e um hospital privado localizados na cidade de Córdoba, Argentina. Três dos hospitais públicos situam-se próximos e conformam o denominado “Pólo Sanitário” localizado perto da área central da cidade num setor onde existem importantes prédios institucionais, administrativos e judiciais e espaços urbanos de lazer e educativos. Os outros hospitais estudados estão situados em diversos bairros da cidade.

Neste estudo foram feitas dois mil setecentas pesquisas aos usuários nos acessos aos hospitais, no horário entre 7:00 horas e 9:30 horas. Além das pesquisas foram feitas contagens das pessoas e veículos que chegavam e saíam dos hospitais e das áreas de estacionamento tanto internas quanto na rua.

Nas pesquisas foram feitas perguntas relacionadas com a origem da viagem, motivo por qual assiste ao hospital (paciente, médico, funcionário, outro) e o modo de transporte que utilizou para chegar até o hospital. No caso das pessoas que utilizaram o transporte público foi requerido o tempo de espera no ponto e o percurso de caminhada, já para as pessoas que chegaram a pé só foi perguntado o percurso total de caminhada. Estas pesquisas permitem identificar as linhas de transporte público que são utilizadas para aceder aos hospitais e a quantidade de transbordos que a pessoa faz.

Dimensão Espacial

Os hospitais que conformam o Pólo Sanitário estão situados perto do centro da cidade e da estação terminal rodoviária, num setor urbano que possui boa acessibilidade viária e de transporte público.

Os outros hospitais analisados neste estudo encontram-se localizados em distintos bairros da cidade, a saber:

O Hospital Infantil Municipal se situa no bairro Alta Córdoba localizado ao norte do centro da cidade, é um bairro residencial com um nível de renda considerado médio que possui boa acessibilidade viária e de transporte público. O Hospital *Tránsito Cáceres de Allende* situado no bairro General Paz, ao nordeste do centro da cidade num setor residencial de nível socioeconômico médio-baixo com boa acessibilidade por transporte público. O Hospital Misericórdia Nuevo Siglo encontra-se no bairro Güemes num setor urbanisticamente degradado, mas localizado bem próximo à Cidade Universitária e ao centro da cidade de Córdoba.

O Hospital Privado situado no bairro Parque Vélez Sarsfield num setor residencial. Este bairro no seu início foi moradia do pessoal médico do próprio hospital e possui um nível socioeconômico médio-alto. O hospital na atualidade está descentralizando alguns dos serviços de consultórios.

Em razão da capacidade instalada e da complexidade dos equipamentos destes hospitais a área de influência deles compreende tanto a Região Metropolitana de Córdoba, quanto algumas derivações da rede sanitária da provincial e até nacional, já que recebe pacientes de algumas províncias limítrofes.

Dimensão temporal

Os levantamentos de campo foram realizados para o horário pico de manhã em dias úteis. O período analisado foi entre as 7:30 e as 9:30 horas.

Padrões de viagens

Foram analisados os motivos das viagens e a atividade que a pessoa vai realizar nesse hospital. Na Figura 7 é apresentada a caracterização do tipo de usuário dos hospitais públicos que compõem o Pólo Sanitário de Córdoba. Esta caracterização considera pacientes, médicos, empregados dos hospitais ou outro tipo de usuários. A Figura 8 apresenta a mesma caracterização por tipo de usuários comparando os hospitais públicos com o hospital privado.

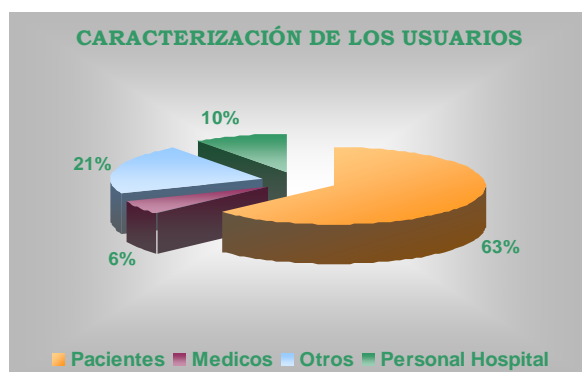
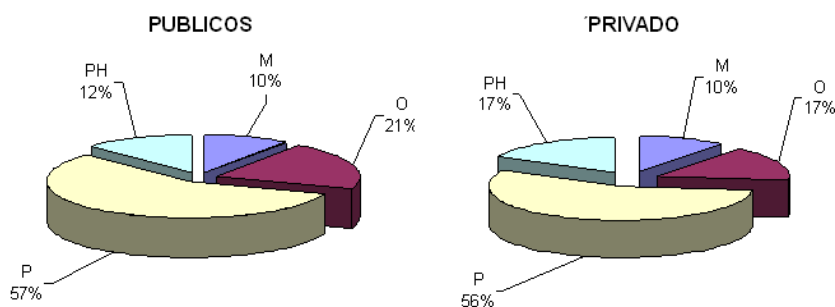


Figura 7: Caracterização por tipo de usuários (motivo da viagem) para os hospitais públicos do Pólo Sanitário de Córdoba.

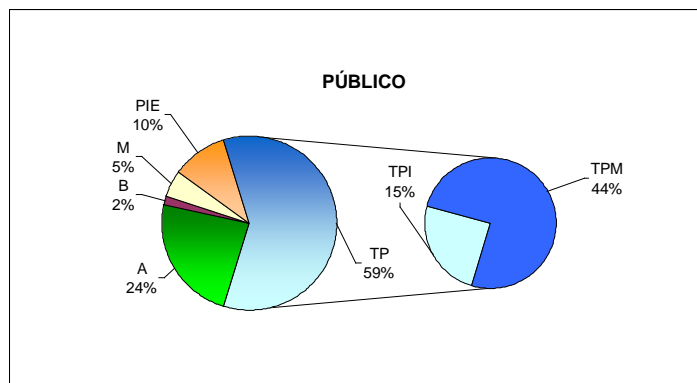


Simbologia:
 P: pacientes
 M: médicos.
 PH: pessoal do hospital.
 O: outros.

Figura 8: Caracterização por tipo de usuários (motivo da viagem) para os hospitais públicos e o hospital privado.

Para os três hospitais públicos localizados no Pólo Sanitário a distribuição modal foi 53% das viagens em ônibus urbanos, 18% em automóvel, 14% em taxis, 10% a pé, 4% em ônibus interurbanos e 1% em motocicleta.

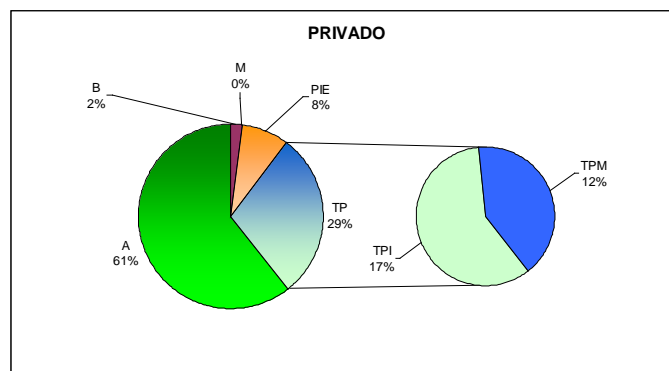
Ao considerar os cinco hospitais públicos em conjunto a distribuição modal foi 44% das viagens em transporte público por ônibus, 24% em automóvel, 15% em taxis, 10% a pé, 5% em motocicleta e 2% em bicicletas. Pode-se observar que nos hospitais públicos uma elevada proporção das viagens é em transporte público. Estes resultados são apresentados na Figura 9.



Simbologia: PIE: viagens a pé
M: viagens em motocicleta.
B: viagens em bicicleta.
A: viagens em automóvel.
TP: viagens em transporte público (inclui Transporte Público Massivo (TPM) e Transporte Público Individual (TPI) de Taxis.

Figura 9: Distribuição modal das viagens correspondentes aos hospitais públicos.

Segundo o apresentado na Figura 10, no caso do hospital privado a distribuição modal apresentou uma maior proporção das viagens em automóvel (61%) entanto que para o transporte público corresponde 29% das viagens.



Simbologia: PIE: viagens a pé
M: viagens em motocicleta.
B: viagens em bicicleta.
A: viagens em automóvel.
TP: viagens em transporte público (inclui Transporte Público Massivo (TPM) e Transporte Público Individual (TPI) de Taxis.

Figura 10: Distribuição modal das viagens correspondentes ao hospital privado.

Foram calculados índices de geração de viagens por pessoa (viagens atraídos e gerados) considerando as seguintes variáveis explicativas: quantidade de camas no hospital, quantidade de médicos e área (em miles de metros quadrados). Estes índices

foram estimados para viagens a pé, em transporte público e automóvel tanto para os hospitais públicos quanto para o privado. É importante aclarar que o índice de viagens em automóveis inclui as viagens em taxis além das viagens em automóveis particulares.

A Tabela 22 apresenta os valores dos índices de viagens para os modos a pé, automóvel e transporte público.

Tabela 22: Índices de viagens na hora pico considerando a quantidade de camas, a quantidade de médicos e a área e segundo o tipo de hospital.

Índice	Tipo de Hospital	Índice de viagens		
		a pé	em automóvel	Transporte Público
Quantidade de camas	PÚBLICO	0,417	1,607	2,108
	PRIVADO	0,354	3,261	0,510
Quantidade de médicos	PÚBLICO	0,304	1,172	1,538
	PRIVADO	0,209	1,927	0,302
Área (em 1000 m ²)	PÚBLICO	4,199	16,196	21,246
	PRIVADO	4,283	39,424	6,172

Os resultados da Tabela 22 permitem observar que em todos os casos há um maior índice de geração de viagens em automóvel para o hospital privado entanto que nos hospitais públicos os índices de geração para transporte público são maiores.

Por outro lado na Tabela 23 são resumidos os valores de índices de geração de viagens para os veículos individuais (automóvel particular e taxis) os quais foram estimados utilizando uma ocupação média de 1,4 pessoas\veículo.

Tabela 23: Índices de viagens para veículos individuais na hora pico

Tipo de Hospital	Quantidade de Camas	Quantidade de médicos	Área (em 1000 m ²)
PÚBLICO	1,148	0,837	11,568
PRIVADO	2,329	1,377	28,160

A principal conclusão dos autores é que em geral a geração de viagens em veículos individuais nos hospitais privados é duas vezes maior do que nos hospitais públicos. Estas conclusões são limitadas, já que neste estudo só foi analisado um único hospital privado e os resultados e conclusões não deveriam ser generalizadas.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste caderno foi feita uma revisão que mostra a situação do estado da arte da geração de viagens em hospitais e centros de saúde. Os hospitais são pólos geradores de viagens relativamente menos estudados do que outros pólos, mas se observa que nos últimos anos houve um acréscimo na quantidade de estudos neste tema.

Em razão de que a quantidade de estabelecimentos e dimensões temporais dos estudos iberos americanos são relativamente escassos se considera necessário um processo de validação incorporando novos dados.

Resulta de interesse estabelecer uma base conceitual para a elaboração de futuros estudos, definindo uma metodologia para o levantamento, validação e processamento dos dados que seja compatível com as características e localização dos hospitais nos países latinos americanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIEU, M.L.; PASTOR, G.; GALARRAGA, J (2011) *Análisis Comparativo De Viajes A Hospitales Públicos y Privados*. XXV Congreso ANPET. Em avaliação.
- ALBRIEU, M.L.; PASTOR, G.; DEPIANTE, V.; MALDONADO, P; MOLFINO, A (2009) *Impacto de la Construcción de Hospitales sobre la Red Vial- Caso Córdoba- Argentina*. 7º Congreso de la Vialidad Uruguaea. Montevideo, Uruguae
- ALBRIEU, M.L.; PASTOR, G.; DEPIANTE, V.; MALDONADO, P; MOLFINO, A (2009) *Características de los Viajes a Polo Sanitario de la Ciudad de Córdoba- Argentina*, XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público. CLATPU, Buenos Aires, Argentina
- ANDRADE, E. P. (2005) *Análise de Métodos de Estimativa de Produção de Viagens em Pólos Geradores de Tráfego*. Dissertação (Mestrado). Programa de Engenharia de Transportes. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- ARPC Arkhoma Regional Planning Commission (2001) *Trip Generation Rate Study: Summary*, Arkansas State Highwae and Transportation Department, Oklahoma Department of Transportation, Federal Highwae Administration, Federal Transit Administration, EUA.
- BTS Bureau of Transportation Statistics (2010) *Dictionary*. Departament of Transportation, Washington, DC. USA.
- CET-SP Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (1983), *Pólos Geradores de Tráfego*, Boletim Técnico 32, Prefeitura Municipal de São Paulo, Secretaria dos Transportes, São Paulo, Brasil.
- FARIA, L.; RAIA Jr., A. A. (2009) *Levantamento e análise da infra-estrutura para carga e descarga em supermercados*. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito, Vitória, Brasil.
- FEHR ; PERS Transportation Consultants (2008) *Stanford University Medical Center Trip Generation and Parking Demand Study*. Walnut Creek, CA, USA.
- GONTIJO, G. A. S.; RAIA Jr., A. A. (2010a). *Processo metodológico para elaboração de modelos de atração de viagens em hospitais públicos brasileiros*. Anais do XVI Congresso Pan-Americano de Engenharia de Tráfego e Transportes e Logística, Lisboa, Portugal.
- GONTIJO, G. A. S.; RAIA Jr., A. A. (2010b). *Caracterização das viagens atraídas pelo PGV/hospital Santa Casa de Misericórdia de São Carlos/Brasil*. Anais do IV Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Faro, Portugal.
- HUTCHINSON, B. G. (1974) *Principles of Urban Transport Systems Planning*, McGraw-Hill Inc., USA.
- ITE Institute of Transport Engineers (2004) *Trip Generation Handbook: An ITE Recommended Practice*, 2nd ed, Washington D.C., EUA.
- ITE Institute of Transport Engineers (2008) *Trip Generation: an ITE Information Report*, 8th Edition, v.3, Washington D.C., EUA.

- LATINOPOULOU, M. P.; TSOHOS, G.; BASBAS, S. (2010) Trip generation rates and land use - transport planning in urban environment. In: PRATELLI, A.; BREBBIA, C.A. *Urban Transport XVII: Urban Transport and Environment in the 21st Century*. Southampton: WIT Press, p.297-306.
- LIMA CARQUEJA, H. (2006) *Estudo da Geração de Viagens e de Parâmetros para o Dimensionamento de Estacionamento e Meio-Fio para Hospitais na Grande Florianópolis*. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis
- MACÊDO, M. M.; FILIZOLA, I. M.; SOUZA, E. A. (2002) *Pólos Geradores de Tráfego: estudo de um agrupamento de clínicas médicas*. Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Natal, Brasil.
- MARTINEZ, V. F.; HUESO, M. A. C.; SANCHEZ, T. R. (2010) Cálculo del tráfico atraído por um centro sanitário, *Carreteras*, n. 169, p.60-73.
- OLIVEIRA, L. F. V. (1971) *Information requirements for the estimation of trips-generation rates for colleges and hospitals*. Dissertation. Imperial College of Science and Technologe. Universite of London.
- PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*, Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil.
- REDE PGV Rede Ibero-Americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens. Pólos Gerados de Viagens Orientados à Qualidade de Vida e Ambiental (2010). Glossário. Cadernos.
- SLADE, L. J.; GOROVE, F. E. (1981) Reduction in estimatives of traffic impacts of regional shopping centers, *ITE Journal*, Washington, D. C., USA.
- SOUZA, S. C. F. (2007). *Modelos para Estimativa de Viagens Geradas por Instituições de Ensino Superior*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, DF, 181p.