

ANÁLISE DOS POLOS GERADORES DE TRÁFEGO (PGT'S) E DIMENSIONAMENTO DE SUAS VAGAS PARA ESTACIONAMENTO NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA

**Gabrielle Helene Fiel
Miranda Jaqueline Lima
dos Santos José Diego
Rodrigues Neris Marlon
Braga dos Santos Mila
Viana Alves**

Universidade Federal do Pará
Campus Universitário de Tucuruí Faculdade de Engenharia Civil

RESUMO

O trânsito no entorno de muitos Polos Geradores de Tráfego (PGT's) é caracterizado por congestionamentos e escassez de vagas de estacionamento devido a falhas no planejamento. Neste contexto, o presente trabalho realiza o levantamento dos PGT's na cidade de Tucuruí-Pa. Foi aplicado o método da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (1983) para analisar a disponibilidade de estacionamento. Como resultados, foi obtido o cenário ideal de disponibilidade de estacionamento para cada polo. As conclusões constataam a falta de embasamento para a formulação de Políticas de Planejamento de Tráfego no município, a necessidade da adequação de estabelecimentos quanto à disposição de vagas de estacionamento.

ABSTRACT

The traffic around many Traffic Generating Poles (TGP's), is characterized by congestion and lack of parking spaces, due to planning failures. In this context, this article holds the survey of the TGP's in Tucuruí-PA city. The method of the Traffic Engineering Company of São Paulo (1983) was applied to analyze the availability of parking. As results, the ideal scenario of parking availability for each pole. The conclusions confirm the lack of scientific basis for the formulation of Traffic Planning Policies at the town, the need for adequacy of establishments in accordance with the availability of parking spaces.

1. INTRODUÇÃO

O relatório brasileiro para a HABITAT III elaborado pelo Instituto de Pesquisa de Economia Aplicada-IPEA (2016), aponta que o crescente processo de urbanização e a consequente explosão demográfica são resultados do avanço industrial. Neste contexto, se apresentam os dilemas vivenciados pela população no que tange as condições de trafegabilidade nas cidades, esta problemática não afeta apenas os usuários, mas em âmbito econômico, também prejudicam sua relação com o comércio.

Evidenciando a íntima ligação entre empreendimento e deslocamento de usuários, o levantamento elaborado pelo Serviço de Proteção ao Crédito-SPC Brasil e pela Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas-CNDL (2018), revela que 69% das pessoas que utilizam o transporte motorizado dão preferência a estabelecimentos que contenham estacionamento dentro de sua edificação, ou em suas adjacências. Desta forma, a pesquisa mostra como aspectos da mobilidade urbana incidem no mercado de varejo e consequentemente nos ambientes urbanísticos.

Diante dessa situação, é possível entender que alguns empreendimentos são significativamente contribuintes para problemas no tráfego, pois estes geram um aumento no fluxo de bens e pessoas em seu entorno, e como consequência do aumento deste fluxo tem-se o comprometimento da fluidez do tráfego prejudicando assim, a mobilidade urbana e os serviços de transporte. Em paralelo a isso, o conceito de Polos Geradores de Tráfego

(PGT's) surge como uma alternativa de estudos destes empreendimentos para que se possa elaborar um planejamento eficaz na mitigação e na compensação dos danos causados à malha viária.

Os PGT's são definidos pelo Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2001) como empreendimentos que atraem ou produzem grande número de veículos e pessoas, causando reflexos negativos na circulação viária em seu entorno imediato. Podem ser citados como exemplos de polos geradores de tráfego os shoppings centers, hospitais, escolas, entre outros.

Os efeitos indesejáveis causados pela a implantação e operação dos PGT's fazem deste tema um ponto crucial de estudo. Tavares (2011) entende que apesar da grande importância de se avaliar as áreas de influência dos polos geradores de tráfego e quantificar seus impactos, a rara ocorrência de informação e estudos nesta área, principalmente nos municípios, é explicada pela ausência de diretrizes específicas e recursos humanos especializados no assunto.

Considerando a problemática abordada, pretende-se neste trabalho realizar estudos sobre as reais condições legislativas e físicas dos empreendimentos que geram fluxos de bens e serviços, através de pesquisas e/ou da aplicação de metodologias especializadas no tema, objetivando identificar e avaliar os polos geradores de viagem e dimensionar suas respectivas vagas de estacionamento na cidade de Tucuruí-PA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Engenharia de tráfego

As distintas atividades existentes dentro de uma sociedade produzem constantemente a movimentação de cargas e pessoas e isso se torna um fator decisivo no que diz respeito à qualidade de vida humana. É neste contexto que atua o estudo da engenharia de tráfego, exercendo a função de promover este deslocamento de pessoas e mercadorias na malha viária com eficiência, segurança e conforto (COSTA E MACEDO, 2008).

Desta maneira, a Engenharia de Tráfego também se apresenta como uma subdivisão específica da engenharia rodoviária, pois compreende assim como as demais ramificações o estudo de dificuldades no despenho da estrutura rodoviária ou problemas concernentes ao material empregado e das operações de tráfego em vias públicas. Enquanto os outros campos fazem sua análise observando uma perspectiva estática das estradas, a engenharia de tráfego se diferencia por considerar as ações dinâmicas em uma rodovia (SOARES, 1975).

2.2 Polos geradores de tráfego

O aumento das áreas periféricas nas cidades aliado ao crescimento no número de veículos em circulação são fatores que tornam a disputa por espaço cada vez mais acirrada, e isso tende a se tornar crítico à medida que centros urbanos propendem a despertar o surgimento de empreendimentos comerciais, tais como: *shoppings*, hipermercados, hotéis, entre outros (GIUSTINA; CYBIS, 2003). Tendo em vista essa situação, Tavares (2011) aponta para a necessidade de que o deslocamento de pedestres e veículos aconteça de forma segura e com qualidade, para tanto, é substancial se analisar os impactos dos polos geradores de tráfego–PGT's.

O manual do DENATRAN (2001) aponta que de acordo com as dimensões e o segmento do empreendimento é proposto um número ideal de estacionamentos. A falta de espaços para que os usuários do sistema viário possam estacionar é objeto de estudo da Engenharia de Tráfego, pois a disposição desordenada de veículos reduz a capacidade viária e a fluidez do trânsito. A oferta de estacionamento pode contrapor esses fatores, diminuindo os riscos de conflitos e acidentes (LEMOS, 2016).

Observando o contexto histórico do desenvolvimento do tema PGT's, Lemos (2016) aponta para a mitigação de impactos negativos através de soluções para estacionamento, onde se promove paralelamente a fluidez no tráfego como fator basilar deste estudo. Deste modo, exercer um adequado controle da implantação de um PGT's é imprescindível para mitigar ou

até mesmo eliminar os impactos indesejáveis decorrentes desses empreendimentos, que por sua vez possuem potencial para a geração de expressivo volume de movimentação de bens e pessoas (DENATRAN, 2001).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia foi baseada em uma pesquisa exploratória, com o intuito de se conhecer o cenário atual em relação ao levantamento quantitativo de polos geradores de tráfego. Neste sentido, através de três etapas buscou-se estabelecer o desenvolvimento de um estudo metodológico para embasar as propostas subsequentes que tratam das problemáticas levantadas dentro da pesquisa.

A primeira etapa do trabalho buscou verificar se o município de Tucuuruí possui amparo legislativo especializado no tema PGT's, a partir de uma pesquisa documental junto à Prefeitura Municipal de Tucuuruí. A segunda etapa consistiu na seleção amostral dos empreendimentos que se classificaram como PGT'S, com base no seu segmento de mercado, priorizando os segmentos mais presentes no município. A partir da amostra selecionada, para cada empreendimento se propôs um cenário ideal de oferta de vagas para estacionamentos segundo o método de tratamento de PGT's desenvolvida pela CET (1983). As etapas metodológicas são listadas na Figura 1.

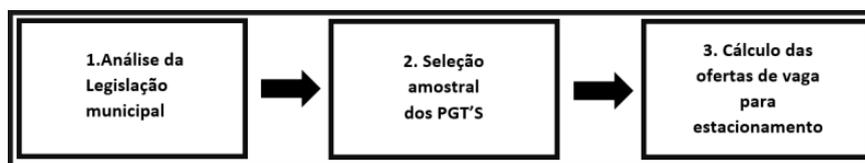


Figura 1: Sequência das etapas metodológicas.

3.1. Análise da legislação municipal

Junto à Prefeitura Municipal de Tucuuruí foram obtidos o Plano Diretor Municipal de Tucuuruí- PA (2006) e o Código de Obras da cidade (2014). Os dois documentos foram submetidos a uma revisão literária com o intuito de se verificar a existência de políticas que regularizassem a implantação e operação de PGT's, com a finalidade de prevenir, mitigar e corrigir os impactos derivados da ineficiência de ofertas de vagas para estacionamento dessas instalações. Já que por conta da complexidade desta temática, há a necessidade de uma abordagem direta e especializada.

3.2. Estudo dos polos geradores de tráfego

Nesta etapa, para a seleção de polos do segmento comercial foi verificado junto a Secretária de Obras do Município se haveria um banco de dados organizado com informações técnicas tais como: segmento de mercado, área do empreendimento e número de vagas para estacionamento disponíveis. Dada à inexistência deste material, foram selecionados apenas os empreendimentos que visualmente contavam com grande fluxo de usuários, significativa estrutura física e disponibilidade de fornecimento de dados para a realização da pesquisa, foram excluídos os de menores portes ou os que apesar de possuírem uma área considerável não se dispuseram a colaborar com as informações necessárias para a análise.

Uma vez definida a amostra dos PGT's de Tucuuruí foi possível aplicar a teoria CET (1983), que se utiliza de equações para estimar tanto o número de viagens atraídas pelo polo na hora de pico, quanto para, a partir destes valores, estimar a quantidade de vagas para estacionamento. Essa análise precisa ser realizada durante o planejamento desses polos, ou seja, antes de sua execução, para que se possam evitar problemas recorrentes no tráfego, no entanto, este trabalho

aplica em polos já construídos, com a finalidade de se avaliar um cenário ideal para esses empreendimentos.

3.2.1 Instituições de Ensino

Para o caso específico de instituições de ensino a CET (1983) desenvolveu um modelo de geração de viagens com base em entrevista aplicada a uma amostra de 3007 alunos, desmembrando essas unidades escolares em faculdades, cursos vestibulares e escolas de 1º e 2º grau. Os modelos para estimar o número de viagens são deduzidos pelo método e demonstrados nas equações 1, 2 e 3.

$$V = 0,432 \times NA - 106,303 \quad (1)$$

$$V = 22,066 \times NS + 102,186 \quad (2)$$

$$V = 0,343 \times AS + 434,251 \quad (3)$$

em que V: número de viagens na hora de pico;
NA: número de alunos;
NS: número de sala de aulas;
AS: área total das salas;

Embora tenha se considerado o mesmo modelo de regressão linear para se estimar o número de viagens nas instituições de ensino, isto muda para dimensionamento do número de vagas de estacionamento. Dentro desta análise as instituições foram identificadas em: instituições de ensino superior, onde se utilizou a Equação 4, e escolas de 1º e 2º grau para as quais aplicou-se a Equação 5.

$$NV = 0,29 \times V \quad (4)$$

em que NV: número de vagas para estacionamento;
V: número de viagens na hora de pico;
0,29: a porcentagem de automóveis atraídas pelo polo;

$$NV = 0,015 \times V \quad (5)$$

em que NV: número de vagas para estacionamento;
V: número de viagens na hora de pico;
0,015: a porcentagem de automóveis atraídas pelo polo;

3.2.2 Supermercado

Para departamento supermercadista o dimensionamento do número de vagas de estacionamentos é feito pela Equação 7, que depende diretamente da estimativa do número

de viagens na hora pico dado pela Equação 6, onde se considera a área comercial do empreendimento e a porcentagem correspondente na hora pico, sendo este último um valor tabelado, que além da área comercial também se baseia na área destinada a produtos básicos, a saber:

$$Vv = (0,4 \times ACo + 600) \times Ph \quad (6)$$

$$NV = 0,67 \times Vv \quad (7)$$

em que Vv : número de viagens na hora pico;
 ACo : área comercial;
 Ph : porcentagem correspondente na hora pico;
 NV : número de vagas para estacionamento;
 $0,67$: é o tempo médio de permanência por auto (36 minutos);

3.2.3 Shopping centers

Além das instituições de ensino e dos supermercados, também foi possível realizar o dimensionamento de vagas de estacionamento para o Shopping Center do município. O modelo de regressão usado para estimar o número médio de viagens de veículos por shopping centers é apresentado na Equação 8. E com base no valor de Vv e no tempo médio de permanência por automóvel (uma hora), calculou-se através da Equação 9 o número de vagas para estacionamento.

$$Vv = (0,124 \times AC + 1550) \times 0,25 \quad (8)$$

$$NV = 1,0 \times Vv \quad (9)$$

em que Vv : número médio de veículos atraídos pelo PGT na hora pico;
 AC : área construída por m²;
 NV : número de vagas para estacionamento;

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Legislação municipal

Na revisão literária realizada tanto no Plano Diretor do Município de Tucuruí (2006), quanto no Código de Obras Municipal (2014), não se encontrou nenhuma aplicação normativa especializada em PGT's, nem ao menos, é mencionado o próprio termo em quaisquer destes documentos.

4.2 Seleção e tratamentos dos PGT's.

No total foram selecionados trinta e oito polos, destes, trinta e quatro são pertencentes ao segmento educacional e apenas quatro representam a parte correspondente ao segmento comercial. A notória superioridade numérica da parcela de amostra do segmento educacional sobre a do segmento comercial, se dá por conta da maior facilidade na obtenção de dados referentes às edificações junto a Secretaria de Educação Municipal, o que não acontece no setor privado.

Os polos são do setor de ensino são divididos em escolas infantis, escola de nível fundamental I, escola de nível fundamental II, escola de ensino médio e instituições de nível superior. O segmento comercial é representado por três supermercados e um centro de compras (shopping center). A Figura 2, mostra área com maior concentração de polos selecionados no mapa de Tucuruí.

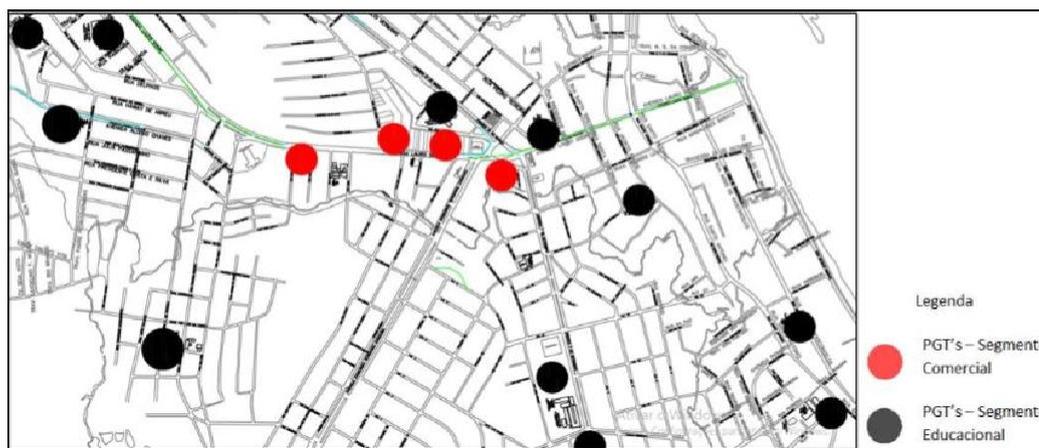


Figura 2: Área com concentração de polos geradores de tráfego.

Dentre todas as instituições de ensino analisadas, desde o ensino infantil, passando pelos ensinos fundamentais I e II e ensino médio, a escola estadual Raimundo Ribeiro de Souza (ensino médio) foi a instituição que resultou no maior número de vagas para estacionamento, por conta de ter o maior número de alunos (2180), resultando em um valor adotado de treze vagas. A Tabela 1 apresenta o número de alunos, o número de viagens na hora de pico (V_v) e o resultado do dimensionamento do número de vagas (NV).

Tabela 1: PGT - Escola Estadual Ensino Médio com seus respectivos fluxos de viagens e números de vagas para estacionamento.

Escola Estadual Ensino Médio	Número de alunos	V_v (un)	NV (un)	NV (un)
			Calculado	Adotado
Escola Raimundo Ribeiro de Souza	2180	835,457	12,532	13

As instituições de nível superior resultaram em valores de número de vagas superiores aos das instituições anteriormente analisadas, pelo fato de que a probabilidade de um aluno de nível superior conduzir o próprio veículo é maior que um aluno de nível fundamental ou médio, logo, o tempo que este passa na universidade é igual ao tempo que seu transporte particular permanecerá estacionado. A Tabela 2 apresenta os valores referentes ao dimensionamento para as instituições de nível superior.

Tabela 2: PGT's - Instituições de Ensino Superior com seus respectivos fluxos de viagens e números de vagas para estacionamentos

Instituições de Ensino Superior	Número de alunos	V_v (un)	NV (un)	NV (un)
			Calculado	Adotado
Universidade do Norte de Paraná (UNOPAR).	1325	466,097	135,1681	136
Faculdade Gamaliel.	1025	336,497	97,58413	98

4.3 Polos do segmento Comercial

Dentre os supermercados, o que mais se destacou em relação ao seu número de vagas necessários para estacionamento foi o estabelecimento denominado “Super Carajás”, isto por conta de sua também maior área comercial. Na Tabela 3 constam todos os valores referentes ao processo de dimensionamento aplicado aos três supermercados adotados como parcela amostral na pesquisa.

Tabela 3: Supermercados e seus respectivos números de viagens na hora de pico e número de vagas

Supermercados	Área do Comercial (m ²)	Ph	Vv (un)	NV (un) Calculado	NV (un) Adotado
SuperCarajás	3384	0,1	195,36	130,8912	131
ForteSuper	1752	0,08	104,064	69,72288	70
SuperNorte - Centro	3217	0,1	188,68	126,4156	127

O Shopping Center do município de Tucuruí-PA foi o empreendimento, dentre os analisados na pesquisa, que apresentou o maior valor de números de vagas dentro do dimensionamento proposto, totalizando seiscentos e sessenta vagas. Na Tabela 4 são listados os valores dimensionados para o Shopping Center da cidade de Tucuruí.

Tabela 4: *Shoppings Centers* e seus NV's e VV's

<i>Shopping Center</i>	Área construída (m ²)	Vv (un)	NV (un)	NV (un)
<i>Shopping Center Tucuruí</i>	8784	659,804	659,804	660

O elevado número de vagas para estacionamento tanto no setor supermercadista, quanto para o shopping Center pode ser explicado pelo fato de que o método CET (1983) se embasa nas condições apresentadas para a cidade São Paulo-SP. Esta unidade territorial manifesta condições bem distintas das percebidas no município de Tucuruí-PA, tanto em relação ao volume populacional quanto às características socioeconômicas; mas, o que se propõem não é seguir rigorosamente o recomendado pelo método e sim se utilizar da teoria para se formular diretrizes normativas adequadas às condições locais.

Durante o processo de coleta de dados foi possível realizar a observação dos polos selecionados, porém, o que se pode constatar, é que em sua maioria os empreendimentos não estão em conformidade com o dimensionamento aqui proposto, alguns nem ao menos possuem vagas para estacionamento interno e suas vias de acesso ainda contam com estacionamento delimitado para profissionais do ramo de transporte informal independente (taxista e moto taxista). Deste modo, a capacidade da via em seu entorno imediato é reduzida prejudicando a fluidez do trânsito.

O que fica evidente através da visualização de resultados das amostras listadas em tabelas é, que quanto maior o tempo em que o usuário permanece com seu veículo dentro do polo, também é maior o número de vagas a ser ofertado pelo próprio PGT para agregar o fluxo de

viagens por ele geradas. Evitando assim, maiores transtornos para o tráfego em seu entorno imediato.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os questionamentos levantados inicialmente sobre a falta de planejamento inerente ao tema e as consequências desse fato foram confirmados, pois todas as informações utilizadas não foram encontradas em um banco de dados municipal especializado no tema, o que comprova a deficiência no Planejamento de Transporte local. Neste sentido, este trabalho contribui ao levantar a possibilidade de se articular medidas normativas dentro de entidades e órgãos especializados com as adequações necessárias para as condições econômicas, políticas e estruturais do município.

Ao se comparar os estabelecimentos do setor público e o privado quanto aos valores dimensionados para vagas de estacionamento, nota-se que as do setor privado demandam uma quantidade de estacionamentos maior. Isto ocorre por conta da hipótese que relaciona a implantação de empreendimentos comerciais diretamente com o crescimento do fluxo de veículos em seu entorno imediato; já quanto ao setor público, constata-se que através de medidas simples como garantir uma vaga de estacionamento para automóveis, na maior parte das escolas infantis, permite a adequação destas edificações às instruções propostas pela metodologia aplicada.

Neste contexto, os resultados mostram que o processo de tratamento de PGT's está diretamente relacionado à disponibilidade de vagas para estacionamento, o que leva ao entendimento de que, uma vez cotidiano este processo no Planejamento de Transportes, muitos problemas de tráfego nas cidades serão mitigados consideravelmente e até mesmo extinguidos.

Considerando a importância do tema, compreende-se que o que foi elaborado em pequena escala pode ser espelhado e melhorado para análises mais abrangentes, que com o tempo podem tornar Tucuruí-PA um modelo de tráfego viário planejado e acessível; e como sugestões para trabalhos futuros recomenda-se um comparativo detalhado entre o cenário real dos polos e o proposto pelo método além da análise por outros métodos como os dispostos na Rede Ibero-Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens (redPGV/COPPE/UFRJ), por exemplo, o método de Goldner (1994) e o método de Menezes (2000) para posterior análise e comparação entre os resultados obtidos por estes métodos e os resultados obtidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CET (1983). *Polos Geradores de Tráfego*. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, SP.
- CNDL (2018) *52% dos motoristas já desistiram de alguma compra por não ter onde estacionar, revela pesquisa sobre mobilidade urbana do SPC Brasil e CNDL*. Confederação nacional de dirigentes lojistas. Disponível em: <<https://site.cndl.org.br/52-dos-motoristas-ja-desistiram-de-alguma-compra-por-nao-ter-onde-estacionar-revela-pesquisa-sobre-mobilidade-urbana-do-spc-brasil-e-cndl/>>. Acesso em: 01 de jan. de 2018.
- Costa, A. H. P. da e Macedo, J. M. G. (2008) *Manual do Planejamento de Acessibilidades e transportes: Engenharia de Tráfego: Conceitos Básicos*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, Porto, Portugal.
- DENATRAN (2001). *Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego*. Departamento Nacional de Trânsito, Brasília, DF.
- Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Giustina, C. D. e Cybis, H. B. B. (2003) Metodologias de análise para estudos de impactos de Polos

- Geradores de Tráfego. *Anais da III Semana de Produção e Transporte*, Porto Alegre, v. 1, p. 1-10.
- Goldner, L.G. (1994) Uma metodologia de impacto de shopping centers sobre o sistema viário urbano. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- IPEA (2016) *Relatório Brasileiro para Habitat III*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério da Economia, Brasília, DF.
- Lemos, L. L. (2016) *Do controle de impacto à promoção do fluxo: Um debate sobre polos geradores de tráfego*.
- Menezes, F.S.S. (2000) Determinação da Capacidade de tráfego de uma região a partir de seus níveis de poluição ambiental. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.
- Moura, A. M. *Planejamento urbano & Planejamento de transporte: Uma relação desconexa?* Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Soares, L.R. (1975) *Engenharia de Tráfego*. Editora Almeida Neves, Rio de Janeiro, RJ.
- Tavares, D. M. (2011) *Método para análise de polos geradores de viagens utilizando ferramentas de microssimulação*. Dissertação (Mestrado em transportes), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Tucuruí (2006). *Lei Municipal n. 7.145, de 29 de dez. de 2006*. Aprova e institui o plano diretor do município de Tucuruí e dá outras providências. Tucuruí, PA.
- Tucuruí (2014). *Lei Municipal n. 9.795, de 26 de dez. de 2014*. Aprova e institui o código de obras do município de Tucuruí e dá outras providências. Tucuruí, PA.

Gabrielle Helene Fiel Miranda (gaby_helene@hotmail.com)
Jaqueline Lima dos Santos (Jaqueline_Lima19@outlook.com)
José Diego Rodrigues Neris (diegoneris2020@gmail.com)
Marlon Braga dos Santos (marlonbraga19@gmail.com)
Mila Viana Alves (milaalves9897@gmail.com)
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – Campus Universitário de Tucuruí
Rodovia BR 422, Km 13, s/nº, Vila Tropical, CEP: 68646-000, Vila Tropical, Tucuruí-PA.