



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ALDO CÉSAR BARBOSA DE MEDEIROS

JOÃO PAULO MOURA DE ABREU

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE MICROACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE PÚBLICO NO BAIRRO DE JORDÃO – RECIFE-PE**

RECIFE

2017

*ALDO CÉSAR BARBOSA DE MEDEIROS
JOÃO PAULO MOURA DE ABREU*

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE MICROACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE PÚBLICO NO BAIRRO DE JORDÃO – RECIFE-PE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Oliveira de Andrade

RECIFE

2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- M488d Medeiros, Aldo César Barbosa de.
Diagnóstico das condições de microacessibilidade ao transporte público no bairro de Jordão – Recife-PE / Aldo César Barbosa de Medeiros e João Paulo Moura de Abreu. - 2017.
41 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientador: Prof. Dr. Mauricio Oliveira de Andrade.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2017.
Inclui Referências.
1. Engenharia Civil. 2. Mobilidade em morros. 3. Microacessibilidade. 4. Jordão. 5. Curvas de isoesforço. 6. MET. I. Abreu, João Paulo Moura de. II. Andrade, Mauricio Oliveira de. (Orientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-392



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 – Aldo César Barbosa de Madeiros
2 – João Paulo Moura de Abreu

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Oliveira de Andrade

Examinador 1: Prof. Mc. Maurício Renato Pina Moreira

Examinador 2: Eng. Carine Aragão de Mello

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE MICROACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO NO BAIRRO DE JORDÃO – RECIFE-PE

LOCAL: Centro de Tecnologia e Geociência (CTG) - UFPE

DATA: 28 / 11 / 2017 **HORÁRIO DE INÍCIO:** _____.

Em sessão pública, após exposição de cerca de 30 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) arguido(s) oralmente pelos membros da banca com NOTA: _____ (deixar 'Exame Final', quando for o caso).

1) () aprovado(s) (nota $\geq 7,0$), pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito.

As revisões observadas pela banca examinadora deverão ser corrigidas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

O trabalho com nota no seguinte intervalo, $3,0 \leq \text{nota} < 7,0$, será reapresentado, gerando-se uma nota ata; sendo o trabalho aprovado na reapresentação, o aluno será considerado **aprovado com exame final**.

2) () reprovado(s). (nota $< 3,0$)

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, ____ de _____ de 20....

Orientador:

Avaliador 1:

Avaliador 2:

Candidato 1:

Candidato 2:

*Dedicamos este trabalho primeiramente à Deus,
aos nossos pais, irmãos e familiares.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter nos dado força e saúde para terminar esta importante etapa.

A Universidade Federal de Pernambuco, ao Departamento de Engenharia Civil, direção e administração pela estrutura necessária para o desenvolvimento do curso. Em especial aos professores que marcaram de maneira única nossas vidas com seu conhecimento.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Mauricio Andrade pelo grande auxílio na nossa formação acadêmica, pelo paciente trabalho de revisão da redação e pelo suporte no pouco tempo que lhe coube.

A Jonathan, técnico do laboratório de engenharia de transportes, e a Lucas, aluno de iniciação científica, pela ajuda e serem sempre solícitos.

Eu, Aldo César, agradeço de forma especial ao meu pai, Ailton Barbosa, e a minha mãe, Luiza Maria, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante, pelo amor, carinho, paciência, apoio incondicional e por todos os seus ensinamentos.

Ao meu irmão, Ailton Júnior, minha irmã, Suélen Maria, e a toda minha família, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

A minha namorada, Anna Lucinda, por existir, pelo incentivo nas horas difíceis de desânimo e cansaço, por sempre me ajudar quando preciso e por ser o grande amor da minha vida.

Aos meus amigos, companheiros de trabalhos, irmãos de amizade e a minha dupla, que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, o meu muito obrigado.

Eu, João Paulo, agradeço aos meus pais, Julio Cezar e Maria Verônica, e meu irmão, José Julio, pelo apoio que me deram em todas as fases da minha vida. À Débora Feitas pelo companheirismo e por termos passado juntos todo o período da graduação. Aos familiares, em especial os primos que os tenho como irmãos. E aos amigos por todos os momentos de alegrias proporcionados.

*"Tudo tem o seu tempo determinado, e a há tempo
para todo o propósito debaixo do céu."
(Eclesiastes, 3:1)*

RESUMO

A acessibilidade pode ser associada à facilidade de chegar ao local de embarque no transporte coletivo e de sair do local de desembarque e alcançar o destino final da viagem. Nas áreas de morros, como o bairro do Jordão, os moradores percorrem ladeiras íngremes ou escadarias para ter acesso ao transporte público, desta forma eles estão em uma situação desfavorável, em relação aos usuários que estão em regiões planas. Para quantificar o gasto energético do usuário deslocar-se da residência à parada, o autor utilizou o conceito MET (Metabolic Equivalent Task) para elaborar curvas de isoesforço. Com isso é possível detectar os locais críticos e propor intervenções que melhorem a vida dos moradores desta região.

Palavras-chaves: Mobilidade em morros. Microacessibilidade. Jordão. Curvas de isoesforço. MET.

ABSTRACT

Accessibility is associated with the ease of arriving at the boarding point on public transportation and leaving the place of landing reaching the destination of the trip. In areas of hills, such as the neighborhood of the Jordão, the residents walk steep slopes or stairs to have access to public transportation, this way they are in an unfavorable situation compared to users who are in flat regions. To quantify the energy expenditure of the user to move from the residence to the stop, the author used MET (Metabolic Equivalent Task) concept to elaborate isoforces curves. With this it is possible to detect the critical sites and propose interventions that improve the life of the residents of this region.

Keywords: Mobility in hills. Microaccessibility. Jordao. Isoforces curves. Met.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plano Inclinado que liga o bairro da Liberdade ao da Calçada, Salvador, Bahia...	23
Figura 2 - Elevador que liga as favelas do Cantagalo a do Pavãozinho no Rio de Janeiro.....	24
Figura 3 - Teleférico situado no complexo de favelas do Alemão, subúrbio do Rio.....	24
Quadro 1 - Indicadores Comparativos.	25
Quadro 2 - Comparação de desempenho entre modos de transporte.	25
Figura 4 - Distinção do uso de espaço público.....	27
Figura 5 - Mapa do Bairro de Jordão.....	29
Figura 6 - Curvas de nível do Bairro de Jordão.	30
Figura 7 - Curvas de Isoesforço.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Posse de automóvel e motocicletas pelas famílias brasileiras (2009)	21
Tabela 2 - Descrição etária da população do bairro Jordão.....	28
Tabela 3 - <i>Metabolic Equivalent Task</i> por atividade.	31
Tabela 4 - <i>Metabolic Equivalent Task</i> aproximado para caminhada horizontal e inclinada. ..	31
Tabela 5 - Tempo de espera em vias do bairro do Jordão.	32
Tabela 6 - Níveis de Isoesforço.	33
Tabela 7 - Níveis de gasto energético com percentual populacional.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	13
1.3	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ACESSIBILIDADE	14
2.1.1	Microacessibilidade.....	17
2.1.2	Acessibilidade em morros	18
2.2	MOBILIDADE URBANA.....	19
2.2.1	Soluções de mobilidades em morros.....	22
2.3	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS - STPP	24
2.4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5	CONCLUSÕES.....	37
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O direito de acesso ao transporte é assegurado pela Constituição Federal no seu Art. 6º, onde são também explicitados os direitos sociais à educação, à saúde, à alimentação, ao trabalho, à moradia, ao lazer, à segurança, à previdência social, à proteção à maternidade e à infância e à assistência aos desamparados.

O Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) do Recife vem sofrendo nas últimas décadas evoluções no sentido da garantia desse direito constitucional aos cidadãos. Busca-se aproximar os habitantes da cidade dos seus destinos de desejo de forma racional e econômica para o sistema, de forma que se possa atingir mais pontos da cidade com o pagamento de apenas uma tarifa. Para tal fim, são feitas integrações em estações intermodais e multimodais, onde o passageiro pode fazer baldeações sem pagar uma nova tarifa.

De acordo com Ferraz e Torres (2004), a acessibilidade está associada à facilidade de se chegar ao local de embarque no transporte coletivo e de sair do local de desembarque e alcançar o destino final da viagem.

Os sistemas de transporte público usuais em nossas cidades, como o ônibus, têm dificuldade de acessar áreas com vias muito estreitas e *greides* muito acentuados, que são características típicas de ocupações urbanas em morros. Isso implica que os moradores dessas áreas estão em uma situação desfavorável quando comparados a habitantes das partes planas e de ocupação formal das cidades. Para acessar o transporte público, esses moradores de morros precisam percorrer distâncias maiores e com maior nível de esforço físico do que os que vivem em regiões com relevo plano. As pessoas que habitam as áreas de morro se deslocam no dia a dia - de escadarias, que em sua maioria são extensas e mal conservadas e em vias com inclinação elevada, muitas vezes sem calçadas adequadas.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objeto de estudo o bairro do Jordão no município do Recife-PE situado predominantemente em área de relevo acidentado e ocupações parcialmente regulares com intrusões de ocupações habitacionais informais em áreas de encostas. A interpretação das diversas condições de micraacessibilidade distribuídas ao longo do espaço territorial é apoiada por uma metodologia de utilizar o gasto energético das pessoas como medida de dificuldade de acesso do cidadão médio da região para entrar no sistema de Transporte Público do Recife ou RMR.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A avaliação da microacessibilidade ao usuário de transporte público por meio de classificação por isócronas ou isocotas são mais eficazes para análises em regiões planas ou com relevo pouco acidentado. Porém em regiões de morros, para essas análises serem mais precisas, necessitam ir além de observar apenas a impedância devida à distância ou tempo de caminhada. Nessas áreas é importante considerar o gasto energético do indivíduo ao se deslocar ao ponto de ônibus ou estação, onde ele ingressará no sistema transporte público.

A escolha do Bairro do Jordão foi feita baseada no relevo do local e na forma de sua ocupação urbana, que torna interessante aplicar o método utilizado neste trabalho para avaliar a microacessibilidade ao transporte público.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a situação atual da microacessibilidade por meio de uma metodologia que leva em consideração o gasto energético dos cidadãos nos seus deslocamentos casa-ponto do ônibus. A aplicação dessa metodologia de avaliação quantitativa produz ao final uma configuração gráfica que representa as variações no território do nível de esforço dos moradores de Recife do bairro do Jordão para ingressarem no sistema de transporte público por ônibus. Dessa forma, são apontadas as regiões críticas do bairro, onde as pessoas têm menos facilidade de chegar ao transporte público. A partir do conhecimento das diversas situações configuradas na análise gráfica podem-se propor soluções hierarquizadas que possibilitem a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos do bairro.

1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é constituído por 5 capítulos. O primeiro introduz o tema do trabalho juntamente com a justificativa, motivação e os objetivos à serem atingidos.

O segundo capítulo é o referencial teórico, nele há os conceitos retirados da bibliográfico utilizados no desenvolvimento do trabalho. A acessibilidade, mobilidade urbana, o Sistema de Transporte Público de Passageiro e as características da área de estudo são os temas abordados pelo capítulo 2.

A metodologia aplicada neste trabalho está descrita no capítulo 3. Apresentando também o conceito do *Metabolic Equivalent Tasc* e a forma que foi utilizado neste trabalho.

O capítulo 4 apresenta os resultados e as discussões. Neste capítulo estão os resultados obtidos através da aplicação metodologia.

Por ultimo, o capítulo 5 apresenta as conclusões e incida linhas para futuras pesquisas na área.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 ACESSIBILIDADE

De acordo com Brasil (2007), acessibilidade é a qualidade do que é acessível, isto é, aquilo que é atingível, que tem acesso ou meios de mobilidade que possam conseguir acessar lugares de forma prática e independente. Facilitar e melhorar a qualidade da acessibilidade é um dos primeiros passos para a melhoria da qualidade de vida e inclusão das pessoas na vida econômica e social no seu meio. Para que isso seja possível, é de extrema importância que todos os locais sejam adaptados e forneçam proteção e independência para ir e vir em segurança. Atualmente, há maior cobrança por parte da população para que os governantes procurem construir prédios, ruas e criem espaços onde cada pessoa com algum tipo de dificuldade possa utilizar de forma independente. É necessário criar acessibilidade para todos, em especial aos idosos e os deficientes físicos, visuais e auditivos. Mas para que isso seja possível é preciso pensar em estratégias e normas que solucionem tal problema.

O conceito de acessibilidade para Tagore & Sikdar (1995) é interpretado como a capacidade do indivíduo de se mover de um lugar a outro dependendo da performance do sistema de transporte e características do indivíduo.

No Brasil a Lei 10.098, de dezembro de 2000, destaca em seu Artigo 1º:

Esta Lei estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação.

A *CORDE* (Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência) tem como missão criar adaptações e as normas de acessibilidade para todos os deficientes. Assim, o termo acessibilidade universal vai ao encontro deste trabalho quando se faz referência ao acesso de qualquer cidadão à infraestrutura urbana sem restrições, com qualidade e eficiência.

A forma como as cidades são planejadas, ou a forma que elas tomam com o passar do tempo devido ao aumento da população, causa um enorme impacto na vida das pessoas. Com a globalização, a informatização e o aumento de veículos e da população, ocorre a realocação de atividades de comércio e serviços para as partes periféricas da cidade. Isso se deve ao rápido crescimento urbano. Busca-se assim, no meio da disputa pelo espaço urbano entre veículos e pessoas, um cenário onde o conceito de acessibilidade desempenha papel fundamental para que haja igualdade social. Todas as pessoas indiferentemente de suas necessidades e características, devem poder utilizar o espaço público da melhor maneira, o mais confortável e seguro possível. Por isso e por outros motivos, que as cidades precisam de soluções rápidas para amenizar o impacto do desenvolvimento urbano não adequadamente planejado.

Para o Ministério das Cidades (BRASIL, 2007), quando se pensa em cidade para as pessoas, logo pensa-se em acessibilidade. Há algum tempo, vem-se tentando propor maiores espaços acessíveis a todos, com segurança para o pedestre, com a opção por meio de transportes não poluentes e o incentivo à bicicletas. Por mais contraditório que seja, o incentivo a cidade para os pedestres, vem sendo praticado desde a década de 1970, muito embora com benefícios ainda muito tímidos na maior parte das cidades brasileiras.

Com a contínua estruturação de zonas para pedestres, passa-se a valorizar o espaço público, o comércio de rua e as áreas de passeio, reduzindo-se as distâncias e obstáculos para o fluxo dos pedestres. Para tal fim, são necessários projetos que priorizem o conforto e a segurança desses usuários. A cidade para pedestres segundo Paulhans Peters (1970) é a reação frente à cidade ordenada tradicionalmente, representando também uma resposta à cidade que prioriza o uso do automóvel. O princípio de ordenação desses projetos deve ser orientado pelo cotidiano do homem contemporâneo, suas necessidades e prioridades habituais, numa tentativa de conciliação e coexistência entre pedestres e motoristas, pedestres e ciclistas.

A circulação de pedestres remete às necessidades de andar, descansar, olhar e comer. A rua e suas extensões devem reforçar este caráter de lugar de relação, que garantem não só a vitalidade do lugar, mas também sua sustentabilidade e manutenção. A diversidade e a viabilidade de espaço são segundo Schmidt e Stahr (1977) “o estímulo da alma, da fantasia e

da criatividade de ações sobre o espaço, possibilitando a convivência entre o usuário e o espaço público”.

Segundo Morris et al. (1979) "Acessibilidade é interpretada como sendo a capacidade do indivíduo de se locomover de um lugar ao outro e dependente principalmente da disponibilidade dos diferentes tipos de modos de transporte, inclusive a pé". Para Tagore & Sikdar (1995), este conceito é interpretado como a capacidade do indivíduo de se mover de um lugar a outro dependendo da performance do sistema de transporte e das características do indivíduo.

Raia Jr.et al. (1997), no entanto, entendem acessibilidade como sendo um "esforço dos indivíduos para transpor uma separação espacial objetivando exercer suas atividades cotidianas”. Desse modo, o conceito de acessibilidade está relacionado com o deslocamento das pessoas no espaço urbano, que devem facilitar o seu percurso e não dificultar, com ruas limpas, seguras, arborizadas, pouco ruidosas, com calçadas amplas, dotadas de mobiliário urbano confortável, iluminação adequada, sinalização e com total acessibilidade. Assim uma cidade para as pessoas dá importância às pessoas e não aos veículos. O tempo dos semáforos daria importância à necessidade dos pedestres e não ao fluxo do trânsito, por exemplo:

[...] uma cidade para pessoas não tem edifícios altos, pois o contato com a vida da cidade só se pode obter até o quinto andar, e que a questão da densidade se resolve com projetos arquitetônicos orientados por uma ideia humanista. O conceito não se resume a retirar os carros das ruas e diminuir a altura das edificações.
(GEHL, 2010)

Em Copenhague, segundo Jan Gehl (2010), conseguiu-se fazer estas mudanças gradualmente. Proibiu-se o estacionamento de veículos em uma avenida, implantaram-se ciclovias e estacionamentos para bicicletas. Dessa forma, aos poucos as pessoas foram se acostumando às mudanças. Por necessidade elas passaram a usar bicicletas para se locomover na cidade, não só para se exercitar, mas para ir trabalhar e estudar. Se todas as cidades desenvolvessem um sistema de ciclovias e de transporte público eficiente, seria reduzida a ênfase ao transporte privado, e conseqüentemente reduzindo-se o caos do trânsito.

2.1.1 MICROACESSIBILIDADE

Vasconcellos (1999) escreve que o conceito de acessibilidade frequentemente é associado às condições de deslocamento oferecidas às pessoas com algum tipo de mobilidade reduzida. No entanto, de maneira geral, está relacionado à facilidade de aproximação a um destino desejado. O termo microacessibilidade também passa por algumas variações de uso, segundo o engenheiro, sociólogo e doutor em Ciência Política, Eduardo Alcântara de Vasconcellos, uma das formas de avaliar a microacessibilidade diz respeito ao tempo de acesso ao destino final desejado:

Quanto menor este tempo, melhor é a microacessibilidade, uma vez que a pessoa atinge mais rapidamente o destino desejado após deixar o veículo que a transporta ou, ao contrário, atinge mais rapidamente o veículo que a transportará para um novo destino, após deixar a origem na qual se encontrava.

A acessibilidade é subdividida em macroacessibilidade e microacessibilidade. A primeira refere-se ao contexto de atravessar o espaço e atingir as construções e equipamentos. A segunda, à facilidade de se ter acesso direto ao destino final ou ao veículo desejado. (VASCONCELOS, 1998, p.80). A movimentação nesses espaços de uso comum deve seguir uma hierarquia dos usuários: i) primeiro as pessoas que caminham, depois os veículos não motorizados, em seguida os veículos de transportes coletivos e, por fim, os veículos individuais e os comerciais para se adaptar à acessibilidade e à mobilidade das cidades.

As condições adequadas de segurança seriam alcançadas pela ausência de acidentes, enquanto condições adequadas de fluidez seriam alcançadas com a velocidade média ótima para as condições existentes, com poucas interrupções no tráfego. Uma macroacessibilidade adequada seria representada por uma maior facilidade de circular pela cidade e chegar aos destinos desejados, seja a pé, por transporte público ou privado. A microacessibilidade adequada seria representada pela possibilidade de acessar rapidamente o transporte público (ponto de ônibus, terminais) e de estacionar os veículos próximos ao destino final. (VASCONCELLOS 1998, p. 82).

Para Mello e Portugal (2017), o desenvolvimento equilibrado baseado na equidade e na integração com o território se dá através do fornecimento de condições de acesso às diversas localidades existentes. Para isso, o autor ressalta a necessidade da existência de redes estruturantes e de modalidades limpas e seguras. Sendo assim, destaca a acessibilidade, que se

relaciona com três diferentes escalas urbanas. São elas: Micro, Meso e Macroacessibilidade. A escala que abrange grande e complexa diversidade é definida pela Macroacessibilidade, esta se insere em um espaço geográfico mais amplo, sobre o qual faz-se de suma importância a identificação da acessibilidade de uma localidade em relação a outra. A Macroacessibilidade requer uma rede estruturante voltada para um desenvolvimento equilibrado ao longo do território. As modalidades devem atender aos grandes contingentes de viagens, bem como às maiores extensões. O uso de automóveis também deve ser racionalizado na escala Macro (MELLO E PORTUGAL, 2017).

2.1.2 ACESSIBILIDADE EM MORROS

Para a classificação do sistema viário, Farah (2003) aponta que devem existir basicamente três tipos de vias: as exclusivas para pedestres, as de uso misto (para veículos e pedestres) e as vias expressas (exclusivas para veículos). As vias exclusivas de pedestres são apenas para ligação entre as vias de uso misto. No entanto, parte do pressuposto de que qualquer edificação deve ter acesso direto a partir de vias que possibilitem o trânsito de veículos. Sobre as vias exclusivas de pedestres, elas “devem ter largura mínima de 8 metros e declividade máxima de 15% ou escadaria” (FARAH, 2003, p. 85).

Nas áreas de morros, segundo Santos (2014), a dificuldade de acesso às áreas de *greides* elevados e vias estreitas com curvas fechadas, dificultam a implantação de um sistema transporte coletivo como por ônibus. A tentativa de resolver os problemas de mobilidade por meio de sistemas de transporte convencionais implica em grandes intervenções no tecido urbano. Como normalmente, esses grandes investimentos em melhoria das condições de caminhabilidade em morros não acontecem, os moradores dessas áreas são forçados a caminhar de forma pouco confortável para ter acesso ao transporte público.

Para Monteiro (2011), o espaço destinado à circulação de pedestres deve ser planejado, considerando seu entorno, para proporcionar a eles um deslocamento com segurança e sem obstáculos. Ferraz e Torres (2004) destacam que podem interferir no acesso ao transporte fatores como a distância percorrida para iniciar/finalizar a viagem pelo transporte; a comodidade experimentada no percurso percebida pelas condições das calçadas, declividade do percurso; facilidade para cruzar as ruas no trajeto; existência de iluminação pública; e segurança.

2.2 MOBILIDADE URBANA

Mobilidade, do Latim "MOBILIS, o que pode ser movido, deslocado. MOVERE, deslocar, colocar em movimento" (COMBA, 1985), ou seja, uma qualidade ou propriedade do que é móvel ou do que obedece às leis do movimento. A etimologia deste substantivo nos revela que esta palavra está diretamente ligada a toda e qualquer atividade humana com qualquer tipo de deslocamento associado.

Segundo a EURFORUM (2007) "tradução nossa", mobilidade é definida como a capacidade ou habilidade das pessoas participarem de atividades com diferentes fins (trabalho, consumo, estudo, lazer) em diferentes locais, proporcionando sempre o acesso a sua atividade relacionada, incluindo condições básicas indispensáveis, como o direito de ir e vir, necessárias para o transporte e os impactos causados por sua interação.

A mobilidade urbana é tida como o deslocamento realizado pelos indivíduos em grandes centros urbanos, ou seja, é o "desejo de acessar determinado destino e a capacidade do indivíduo em se deslocar" (PONTES, 2010. p.13). No qual esses deslocamentos, principalmente quando relacionados a transportes públicos, são um grande desafio na atualidade. É notório que combater o alto nível de congestionamentos e oferecer transporte público com segurança é uma dificuldade constante na nossa realidade.

A cada ano que se passa, o caos dos congestionamentos vem crescendo de modo descontrolado. Isso não é apenas uma realidade dos grandes centros urbanos, já é possível observar que as pequenas e medias cidades estão apresentando esse tipo problema, no qual, percebe-se que afeta diretamente a mobilidade urbana, principalmente dos que não possuem automóvel.

Toda essa questão de dificuldades na mobilidade está diretamente relacionada à crescente urbanização. Este fato intensificado entre as décadas de 1960 e 1970 deve-se às populações rurais sentirem a necessidade de buscar nas grandes cidades melhores condições de vida, por estas proporcionarem maiores demandas de empregos e uma melhor qualidade de vida.

Com as excedentes buscas pelas metrópoles, junto com o processo de urbanização, veio o crescimento das periferias e ocupações de morros e conseqüentemente a necessidade de meios de transportes públicos para auxiliar no deslocamento. Vasconcellos (2011) destaca assim esse fenômeno social:

Em razão do intenso crescimento urbano no Brasil, a partir da década de 1960, muitas cidades – e regiões metropolitanas – passaram a apresentar sistemas de mobilidade de baixa qualidade e de alto custo, com impactos negativos na vida das pessoas e nos custos econômicos e ambientais para a sociedade. (VASCONCELLOS, 2011. p.8).

Sendo assim, a população passou a procurar meios de transporte para deslocar-se, surgindo então à necessidade da busca de transportes públicos, que seria uma possibilidade viável e mais barata em relação a transporte particular. De acordo com VASCONCELLOS (IBID) o índice de deslocamentos nas megalópoles brasileiras chega ser o dobro em relação ao seu tamanho populacional, isto para populações acima dos três milhões (de habitantes?).

A Região Metropolitana do Recife (RMR) possui uma população estimada em 3.965.699 de habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), logo pelos parâmetros citados anteriormente são realizadas, aproximadamente, oito milhões de viagens por dia em todos os modos de transportes, um número extremamente significativo em termos de mobilidade urbana.

Essas viagens são realizadas com certo nível de conforto, que varia de acordo com as condições específicas que forem realizadas, as quais "[...] implicam consumos de tempo, espaço, energia e recursos financeiros e geração de externalidades negativas, como a poluição do ar, os acidentes de trânsito e os congestionamentos." (VASCONCELLOS, 2011. p.8).

Posto isto, observa-se que os problemas de mobilidade urbana no Brasil vêm por se repetir a anos: excesso de veículos nas ruas, transporte coletivo deficitário e em alguns casos precário, execução lenta de obras de infraestrutura e falta de ações conjuntas entre municípios da mesma região metropolitana, são casos recorrentes. Portanto, a situação da mobilidade urbana veio a se agravar por decorrência de um bom momento da economia brasileira no qual estimulou a indústria automotiva, facilitando a compra de veículos, proporcionando à grande parte da população a conquistar seu automóvel.

Quase a metade dos domicílios brasileiros (47%) dispõe de automóveis ou motocicletas para atendimento dos deslocamentos dos seus moradores. Esse dado retrata o estágio atual do processo de mudança do perfil de mobilidade da população brasileira, que vem utilizando cada vez mais o transporte motorizado individual nos seus deslocamentos. De 2008 para 2009, por exemplo, o percentual de domicílios que possuíam automóvel ou motocicleta subiu de 45,2% para 47,0%, com tendência de aumento acentuado. (CASTRO; ARAÚJO, 2012, p. 152).

Como visto, o estudo indica uma grande mudança do perfil de mobilidade da população brasileira, que vem utilizando, de maneira progressiva, o transporte motorizado individual como principal opção para seus deslocamentos. Então, pelo alto uso desse transporte individualizado, que comprometendo a mobilidade urbana do restante da população, temos como consequência imensos congestionamentos.

[...] se o uso do transporte individual é alto, gerando fortes problemas de mobilidade nos grandes centros urbanos, a situação pode piorar bastante sob esta perspectiva, pois a posse de veículos privados tende a crescer muito na faixa da população que ainda não dispõe de veículos privados. (CASTRO; ARAÚJO, 2012, p. 152).

Logo, analisando a seguir a tabela 1, podemos observar que no total 53% das famílias no Brasil não dispõem de automóvel e/ou motocicletas. Os dados conjecturam o aspecto de que a esta parte da população brasileira depende do sistema de transporte público, justamente pelo fato de não dispor de outras opções.

Tabela 1 - Posse de automóvel e motocicletas pelas famílias brasileiras (2009)

Zona	Só carro (%)	Só moto (%)	Ambos (%)	Nenhum (%)
URBANA	33,30	8,20	6,60	52,00
RURAL	17,00	17,90	6,50	58,60
TOTAL	30,90	9,60	6,60	53,00

Fonte: Baseado em microdados da PNAD 2009 (IBGE, 2010). Elaboração: Jorge Abrahão de Castro e Herton Ellery Araújo.

O levantamento de dados possui uma grande relevância seja qual for o propósito, pois é capaz de identificar os problemas ocasionados no trânsito podendo assim indicar possíveis soluções e discussões.

Se a sociedade tem um problema, temos que avaliar o tamanho dele e criar ações para amenizá-lo. Os dados são vitais para qualquer projeto de engenharia, estes podem ser tabulados e analisados, assim teremos justificativas técnicas para abordar problemas recorrentes. (SILVEIRA, 2016, p 31, apud TRINDADE, 1988; VIEIRA, 1999; BASTOS, 2011).

Por fim, a partir dos dados apontados observa-se que a prioridade da população brasileira, em relação à mobilidade, está em adquirir seu automóvel próprio. Dessa maneira, a informações indicam que, as consequências desse alto nível de carros nas ruas geram um

grande índice de congestionamentos. É preciso avaliar as situações das cidades indo em busca de saídas. A mais importante seria a melhoria dos transportes públicos e das condições de circulação dos pedestres nas calçadas e travessias com garantia de conforto e segurança.

2.2.1 SOLUÇÕES DE MOBILIDADES EM MORROS

Sabe-se que a principal forma de deslocamento entre moradores de morros são as mais simples, existindo a necessidade de que o meio de transporte tenha fácil acesso a estes locais possibilitando e contribuindo para a locomoção dos pedestres, isto quer dizer que “a população de baixa renda depende principalmente da mobilidade à pé, bicicletas e transportes comunitários ou coletivos para se deslocar” (SANTOS, 2014, p. 37).

SANTOS (2014) enfatiza que a dificuldade de se instaurar um sistema de transporte público de passageiros (STPP) em morros, é devido ao fato de que a mobilidade se torna delicada pela região possuir, geralmente, algumas áreas de risco e ocupações com alta densidade construtiva. A ausência ou precariedade de acessos viários, áreas de *greides* elevados e ruas estreitas, e/ou com curvas fechadas, dificultam a acessibilidade nas regiões mais íngremes. Entretanto não é tão simples o fato de se aplicar uma melhoria no acesso viário. Uma possível solução introduzindo um sistema de transporte convencional, por onibus, implicaria numa intervenção radical no tecido urbano do morro, implicando em desapropriações ocasionando deslocamentos involuntários dos moradores, pelo fato de já estarem instalados na região há muitos anos.

Assim, aliados a necessidade da locomoção, o bairro recorre a meios mais práticos que acabam exercendo um papel essencial para o seu deslocamento diário:

[...] é possível observar que a população de baixa renda depende principalmente da mobilidade à pé, bicicletas e transportes comunitários ou coletivos para se deslocar. Neste aspecto, as vans, kombis e moto táxis tem papel fundamental nos deslocamentos dos habitantes de favela [morro] [...] (SANTOS, 2014, p. 37)

Há, no entanto, em algumas cidades como Rio de Janeiro, Salvador, Bogotá, La Paz e Caracas algumas soluções para o melhoramento dos deslocamentos em áreas de morros de forma mecanizada têm sido empregadas, como planos inclinados ou funiculares, elevadores e teleféricos.

O plano inclinado (Figura 1), além de servir como meio de locomoção, auxilia também, por exemplo, no transporte de mercadorias para o comércio local. Entretanto de acordo com SANTOS (IBID) prioriza-se que seja introduzido nas laterais dos morros, pois se inserido na área central interfere no tecido urbano, ou seja, interfere nas atividades rotineiras da população local.

Os elevadores (Figura 2) dão mais agilidade proporcionando um acesso mais rápido entre os níveis, contudo é limitado para grandes distâncias. E os teleféricos (Figura 3), possuem o turismo associado ao fato de serem construídos em regiões muito íngremes ou de topografia e geográfica especiais, contendo áreas de difícil acesso.

Figura 1 - Plano Inclinado que liga o bairro da Liberdade ao da Calçada, Salvador, Bahia.



Fonte: G1 Foto: Max Haack / Agecom

Figura 2 - Elevador que liga as favelas do Cantagalo a do Pavãozinho no Rio de Janeiro.



Fonte: projectobaq. Foto: JOAO MARTINEZ

Figura 3 - Teleférico situado no complexo de favelas do Alemão, subúrbio do Rio.



Fonte: Agência Brasil. Foto: Daniel Marengo

2.3 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS - STPP

Cada meio de condução ou sistema de transporte, através de suas peculiaridades, atrai o usuário de uma forma ímpar, sendo escolhidos em função de praticidade, conforto, economia, rapidez, entre outros. Apesar das vantagens pessoais que cada meio possui, o uso demasiado de meios de transporte individual, interfere diretamente em outros, gerando assim

efeitos negativos à sociedade. Para o Ministério das Cidades algumas das características, que diferenciam os meios são: o consumo de energia (combustível), a poluição gerada, o custo e o espaço público ocupado pelo transporte, (BRASIL, 2007).

O quadro 1 apresentado a seguir demonstra a grande disparidade entre os resultados dos indicadores de sustentabilidade entre o uso por quilômetro de transporte individual por auto e transporte coletivo por ônibus.

Quadro 1- Indicadores Comparativos.

MODO	ÍNDICES POR PASS-KM			
	ENERGIA ¹	POLUIÇÃO ²	CUSTO TOTAL ³	ÁREA DE VIA
Ônibus	1,0	1,0	1,0	1,0
Moto	1,9	14,0	3,9	4,2
Auto	4,5	6,4	8,0	6,4
Bicicleta	0	0	0,1	1,1

¹Base calculada em gramas equivalentes de petróleo (diesel e gasolina). ²Monóxido de carbono (CO), Hidrocarbonetos (HC), Óxidos de Nitrogênio (NOx) e Material Particulado (MP). ³Custos (totais e variáveis).

Fonte: PLANMOB, construindo a cidade sustentável, 2007. Elaboração: Ministério das cidades.

Quadro 2 - Comparação de desempenho entre modos de transporte.

Usuário	Percurso previsível em 45 minutos	Velocidade Média	Velocidade Máxima (permitida em via urbana)
Pedestre	3 a 4 km	4 a 5 km/h	-
Ciclista	11 a 15 km	15 km/h	35 km/h
Automóvel	19 km	25km/h	60 km/h
Ônibus	15 km	20 km/h	60 km/h

Fonte: PRINZ, D, 1980 Apud Gondim, 2001.

Do quadro 2 observa-se que os piores índices provêm dos modos motorizados individuais, ou seja, gastam mais combustível, poluem mais, possuem um custo elevado e áreas de ocupação de espaço público maior. O Ministério das Cidades (BRASIL, 2007) diz que deve-se cessar ou diminuir o uso excessivo destes modos, atingindo uma maior sustentabilidade nos transportes e, conseqüentemente, em uma melhor qualidade de vida.

Como observado na tabela 2.2, o modo que mais se destaca nesses quesitos é a bicicleta. Entretanto ela se limita ao fato de possuir um alcance de viagem bem menor que os demais. Para grandes distâncias ela ocasiona muitos desconfortos.

Logo, a partir de soluções tiradas do Ministério das Cidades (BRASIL, 2015), o melhor método a ser investido e planejado para um maior aproveitamento é o transporte coletivo, ou até mesmo podendo haver uma integração da bicicleta com ele.

A partir das diferenças do impacto ambiental causado por transporte coletivo *versus* transporte individual, foram feitas análises comparativas entre eles, que acusaram que há uma grande disparidade em alguns pontos. Um dos estudos de consumo de combustível revela que:

São consumidas 10,7 milhões de TED (Tonelada Equivalente de Petróleo) [diesel e gasolina] por ano na realização da mobilidade urbana, sendo 75% no transporte individual e 25% no transporte coletivo. Considerando o consumo de energia por habitante, a mobilidade urbana representa um consumo médio de aproximadamente 100 mil GEP (Grama Equivalente de Petróleo) por habitante por ano, sendo que os municípios maiores apresentam um consumo por habitante cerca de três vezes maior que o consumo nos municípios menores. (BRASIL, 2007, p. 23).

Em relação à poluição produzida também se observa uma grande disparidade nos valores entre as duas categorias modais:

A poluição produzida pelo transporte individual custa à sociedade o dobro da produzida pelo transporte público. No caso dos Poluentes Locais esta relação passa de cinco vezes. Na mobilidade urbana são emitidas 1,6 milhão de toneladas/ ano de poluentes locais, sendo 84% atribuída ao transporte individual. São emitidas ainda 22,7 milhões de toneladas/ano de CO₂ (estufa), sendo 66% atribuída ao transporte individual. O total de emissões por habitante apresenta uma média de 225 quilos por habitantes por ano, sendo que os municípios maiores emitem cerca de seis vezes mais poluentes por habitantes do que os municípios menores. O custo das emissões atinge um total de 4,5 bilhões de reais por ano, representando um valor médio de R\$ 41,80 por habitante. (BRASIL, IBID).

Fica nítido então que o transporte individual consome mais energia e polui mais do que o transporte público coletivo, mesmo este último atendendo a grande parte da população brasileira (53%). (Tabela 2.1). Dessa forma, é possível ver a irracionalidade do sistema atual em que se vive, no qual são consumidos mais recursos do que o necessário, por comodidade, deixando o interesse coletivo em segundo plano.

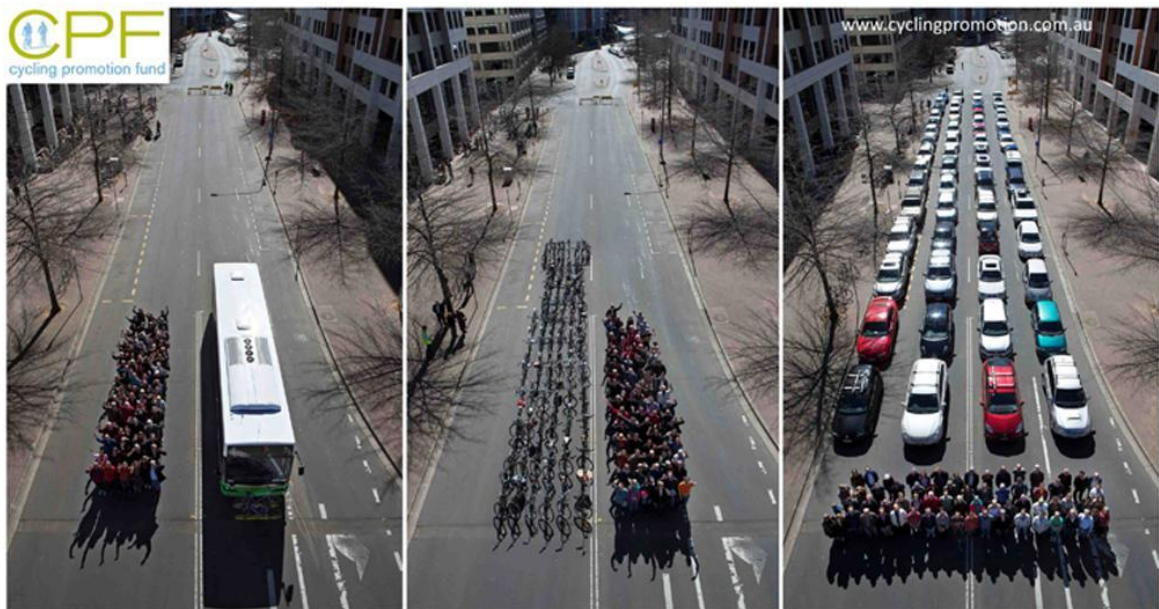
Visto esta grande discrepância entre os valores, entende-se que há um desconhecimento de alguns fatores descritos pelo Caderno de Referência PlanMob, onde afirma que "Quanto maior a participação do transporte coletivo e do transporte não motorizado em uma cidade, *menor é o consumo de energia e a emissão de poluentes locais e gases de efeito estufa do sistema de mobilidade.*" (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015, p. 163).

O Ministério das Cidades (BRASIL, 2015) afirma que, ações podem ser tomadas para o aperfeiçoamento dos espaços urbanos visando restabelecer uma qualidade ambiental aceitável do eixo viário e adjacências. A elaboração de inclusões de melhorias no transporte coletivo provém de ações paralelas aos implementos de tratamentos viários, como melhorias gerais nas vias, calçadas, sinalização, etc.

É de suma importância ressaltar, conforme RECK (2011) que o transporte público exige menos de 10% de área viária comparado ao transporte particular (automóvel), se destacando ainda mais nos recintos que possuem espaço delimitado de circulação e dificuldades para estacionar (áreas mais centrais).

Embora possua esta grande vantagem no seu espaço físico de atuação, possui inconvenientes com a flexibilidade, seja em relação a horários ou a rotas, além de ser submetido à obrigações como por exemplo: “[...] transportar todos os passageiros segundo um horário fixado; cobrar tarifas definidas pelo poder público; informar previamente aos usuários o valor dos serviços;” (RECK, 2011, p. 3)

Figura 4 - Distinção do uso de espaço público.



Fonte: CPF - cycling promotion fund (2002)

Pela figura 4 fica explícita a diferença dos espaços ocupados entre os diferentes modos de locomoção. Isso enfatiza que o uso do transporte público promove um aproveitamento mais racional do espaço público urbano, transformando para melhor o meio em que se encontra nos aspectos estéticos e sociais da cidade.

2.4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho é o bairro Jordão, que se situa na zona Sul da cidade do Recife, Pernambuco. Segundo Recife (2017), o bairro possui uma população residente de 20.777 habitantes e área de 138 hectares e localiza-se na RPA 6 (Região Político-Administrativa), Microrregião: 6.2, a 11,09 quilômetros do Marco Zero.

De acordo com os dados de Recife (IBID) o bairro tem 53,09% da população do sexo feminino e 46,93% masculino. A distribuição etária da população está indicada na tabela 2, dele é possível obter que 32 anos é a idade média da população.

Tabela 2 - Descrição etária da população do bairro Jordão.

População por faixa etária	Habitantes	(%)
0 – 4 anos	1.310	6,31
5 – 14 anos	3.397	16,35
15 – 17 anos	1.172	5,64
18 – 24 anos	2.710	13,04
25 – 59 anos	10.142	48,81
60 anos e mais	2.046	9,85

Fonte: RECIFE, Jordão.

O bairro faz limite com os bairros do Ibura, Cohab e Boa Viagem, e, ao sul, com o município de Jaboatão dos Guararapes. As principais vias da região estão identificadas na Figura 5. De acordo com os dados do Grande Recife (2017) as linhas de ônibus que atuam no bairro estão distribuídas da seguinte forma:

BR 101 - 134 (Lagoa Encantada / TI Tancredo Neves), 135(UR-10 / TI Tancredo Neves), 136 (UR-05 / TI Tancredo Neves), 136 (UR-11 / TI Tancredo Neves), 138 (Zumbi do Pacheco / TI Tancredo Neves), 143 (UR-06 / TI Tancredo Neves) e 216 (TI Barro / TI Cajueiro Seco).

Rua Maria Irene - 125(Córrego da Gameleira / TI Tancredo Neves), 152 (Jordão Baixo/ TI Aeroporto), 153 (Jordão Alto / TI Aeroporto), 155 (Jordão Baixo/ Boa Viagem), 206 (TI Barro / TI Prazeres (Jordão)).

Rua Dr. Alvaro Ferraz -125(Córrego da Gameleira / TI Tancredo Neves), 152 (Jordão Baixo/ TI Aeroporto) e 206 (TI Barro / TI Prazeres (Jordão)).

Av. Dona Carentina - 153 (Jordão Alto / TI Aeroporto)Rua Boanerges Pereira - 125(Córrego da Gameleira / TI Tancredo Neves)

Figura 5- Mapa do Bairro de Jordão.



Fonte: ESIG - Prefeitura do Recife

A topografia do bairro esta indicada através das curvas de nível (Figura 6). Nelas o relevo acidentado da região onde os pontos mais altos estão em 70m de altitude e os mais baixos em 10m.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Por este método a impedância é calculada utilizando o conceito sobre *Metabolic Equivalent Task* (MET) de Jette, Sidney e Blumchent (1990) e das pesquisas de atualização e complementação de Ainsworth et al, (1993) e Ainsworth et al, (2011). O equivalente metabólico (MET) é um dos principais instrumentos empregados para descrever as necessidades energéticas para várias atividades, apresentando o gasto energético de várias atividades em forma de tabelas (SMITH, 1997).

Dentro de suas limitações, o conceito de MET provê um método conveniente para descrever a capacidade funcional ou a tolerância ao esforço de um indivíduo (DE OLIVEIRA, 2017). Para determinar o gasto calórico de uma atividade, deve-se medir a taxa metabólica de repouso ou *Resting Metabolic Rate* (RMR), multiplicando-o pelo valor em METs sugerido pelo Compêndio. Uma vez que a TMR é próxima de 1 kcal x kg (peso corporal)-1 x h-1, o custo energético pode ser estabelecido em termos de múltiplos seus. Multiplicando-se o peso

corporal pelo valor do MET e considerando a duração da atividade, é possível estimar o gasto calórico específico de um indivíduo cujo peso é conhecido. A formulas utilizadas para o calculo da impedância é:

$$e_{ij} = P(MET_1 t_1 + MET_2 t_2 + \dots + MET_m t_m) \quad (\text{Equação 1})$$

e_{ij} = impedância ao movimento entre i (origem) e j (ponto de parada), em KCal

P = Peso corpóreo médio do usuário de 60kg.

MET_1 = *Metabolic Equivalent Task* do percurso/atividade 1, em kCal x Kg⁻¹. h⁻¹.

t_1 = tempo de percurso ou espera, em horas.

As tabelas 3 e 4 utilizadas para determinar valor do MET por percurso ou atividade foram:

Tabela 3 - *Metabolic Equivalent Task* por atividade.

Atividade	METS
Em pé (Situação Geral)	2,5
Escadaria em Aclive	6,4
Escadaria em Declive	3,5

Fontes: Ainsworth et al, 2011 e Jette, Sidney e Blumchent (1990)

Tabela 4 - *Metabolic Equivalent Task* aproximado para caminhada horizontal e inclinada.

Inclinação (%)	METS
0,0	3,3
2,5	4,3
5,0	5,4
7,5	6,4
10,0	7,4
12,5	8,5
15,0	9,5
17,5	10,5
20,0	11,6
22,5	12,6
25,0	13,6

Fonte: ACSM, 1980, Gridelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription, Lea & Febiger.

O cálculo do índice de impedância depende do gasto energético do trajeto do morador ao ponto de ônibus acrescido do tempo de espera, que foi calculado com base no quadro de horários das linhas que passam no ponto de ônibus em questão disponibilizado no site da Grande Recife (2017). Não foram incluídos nesta estimativa os ônibus denominados Bacurau, que circulam no período entre 0h e 4h.

Tabela 5 - Tempo de espera em vias do bairro do Jordão.

Via	Quantidade de Linhas	Tempo médio de espera (min)	MET
BR -101	6	11,46	28,65
Av. Maria Irene	5	8,75	21,88
Rua Doutor Álvaro Ferraz	5	11,72	29,30
R. Boanerges Pereira	1	20	50,00
Av. Dona Carentina	1	7,41	18,52

Fonte: O autor

O gasto energético do trajeto foi feito levando em consideração o percurso de um ponto i ao ponto de ônibus j. Esse trajeto foi dividido em trechos e foram calculadas as inclinações em porcentagem dos mesmos, com a finalidade de encontrar o valor do MET referente a cada um dos trechos. Para encontrar o tempo gasto em cada para percorrer cada trecho adotamos a velocidade do pedestre de 1,28 m/s (aproximadamente 3,0 mph), que segundo Gualberto & Barbosa (2015) é a velocidade média dos pedestres durante a caminhada.

Também chega-se ao potencial de consumo energético diário por bairro e de toda a área a partir de caminhadas do domicílio ao ponto de parada utilizando as equações 2 e 3.

$$P_E = \sum e_{ij} P_i \quad (\text{Equação 2}) \quad C_m = \frac{\sum e_{ij} P_i}{P_t} \quad (\text{Equação 3})$$

P_e = Potencial de consumo energético, em KCal;

C_m = Consumo médio de energia na rede de transporte por habitante ou usuário;

e_{ij} = impedância ao movimento entre i (origem) e j (ponto de parada) por usuário;

P_i = População abrangida por determinado Isoesforço;

$$P_t = \text{População Total.}$$

Os dados da população de Recife e do bairro do Jordão foram obtidos do site da Prefeitura do Recife e IBGE. Os utilizados neste trabalho foram: população, área, densidade demográfica e as curvas de nível.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo El- Geneidy Ahmed et al, (2013), em áreas urbanas planas são comumente utilizados buffers de até 500 metros no entorno das paradas de ônibus para identificar as áreas onde a maioria dos usuários dos transportes acessa o sistema por caminhadas. Entretanto, esses valores podem variar com base no padrão de qualidade da rota ou da viagem, tipo do serviço ofertado, necessidade de transbordos ou tempos de espera, assim como, características pessoais e da vizinhança. Isso representa junto com um tempo de espera médio de 5 minutos pelo ônibus, um consumo de até 30 KCal por indivíduo. Este valor indica o gasto energético máximo para uma situação considerada aceitável, acima disto já há um desconforto. Com base nisso temos a tabela 6 para caracterizar a situação de cada faixa de impedância.

Tabela 6 - Níveis de Isoesforço.

Nível	Consumo de energia em Kcal a partir do conceito de Metabolic Equivalent Task	Enquadramento
1	5,0 - 30,0	Aceitável
2	30,1 - 40,0	Levemente Desconfortável
3	40,1 - 55,5	Desconfortável
4	55,6 - 70	Muito Desconfortável
5	> 70	Extremamente desconfortável

Fonte: O autor

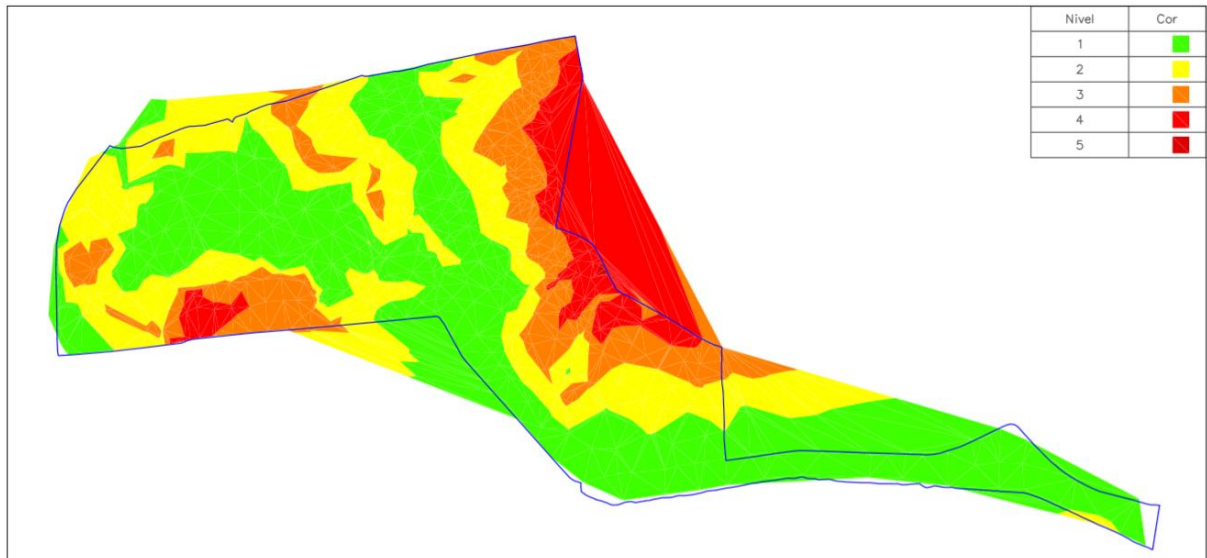
Calculando a impedância de 582 pontos distribuídos no mapa do bairro que está sendo estudado e foi gerada uma nuvem de pontos onde as coordenadas x e y são referentes a localização do ponto no mapa e a coordenada z é consumo energético em Kcal obtido a partir do conceito de *Metabolic Equivalent Task*. Ao inserir esses pontos no programa Civil 3D, criando uma superfície com esses pontos através de interpolações, e usando a classificação da tabela 6 obtemos o gráfico isoesforço da figura 7 e a tabela 7 que mostra a área e a população em nível indicado na tabela 6.

Tabela 7 - Níveis de gasto energético com percentual populacional.

Enquadramento	Área (m ²)	População	População
Aceitável	746117,72	9778	47,1%
Levemente Desconfortável	452393,05	5929	28,5%
Desconfortável	284826	3733	18,0%
Muito desconfortável	100986,96	1323	6,4%
Extremamente desconfortável	1034,63	14	0,1%

Fonte: O autor

A primeira análise mostra que menos da metade da população está em uma condição aceitável em relação ao esforço necessário para alcançar o transporte público. O ideal para a equidade necessária entre cidadãos é que a totalidade população estivesse nessa faixa de impedância para isso é necessário intervenções para melhorar a condição de acesso dos moradores das áreas críticas.

Figura 7 - Curvas de Isoesforço.

Fonte: O autor

Analisando onde há ocorrência do nível 4 e 5 nas curvas de isoesforço da figura 7, identifica-se que as principais áreas críticas situam-se nas proximidades da Rua Boanerges Pereira, nas ruas 22 de Agosto e Flôres do Oriente. Portanto, esses pontos necessitam de uma análise mais aprofundada para identificar as causas destas situações.

Na região próxima à Rua Boanerges Pereira que é atendida unicamente pela linha 125, Córrego da Gameleira / TI Tancredo Neves, e segundo o Grande Recife (2017), essa linha faz 30 viagens diariamente com um tempo de espera médio de 20 minutos. O usuário do transporte público gasta 50 kcal apenas com o tempo de espera, o que torna fácil identificar o a causa do auto gasto energético. Por tanto, para tornar mais acessível o transporte público nesta localidade é necessário aumentar a quantidade de linhas que atuem na região ou aumentar o número de viagens da Linha 125, diminuindo assim o tempo médio de espera.

No caso das ruas 22 de Agosto e Flôres do Oriente o alto consumo energético para acessar o transporte público está relacionado ao trajeto percorrido pelo usuário, que passa por escadarias ou vias muito inclinadas para vencer um desnível de até 60 m entre as ruas citadas e o ponto de ônibus mais próximo. Neste caso é possível apontar várias propostas de intervenções para melhora, que podem ser divididas em formas de diminuir o percurso ou melhorar as condições do trajeto. Para diminuir a distância percorrida pode-se propor a criação de novos caminhos e a implantação de um sistema de transporte que contemple as ruas 22 de Agosto e Flôres do Oriente.

A melhoria do percurso está baseada no conceito do Metabolic Equivalent Task, que mostra através dos valores do MET de cada exercício que o gasto energético do mesmo tempo de caminhada em uma rampa muito íngreme é maior que em uma escada. Por tanto a criação de escadas onde há ruas muito íngremes ou as substituições de escadas comuns por escadas rolantes conseguem diminuir os esforços da população destas regiões no trajeto ao local de acesso ao transporte público.

Utilizando as equações 2 e 3 da metodologia obtém-se que o gasto energético para se ter acesso ao transporte público de toda a população do bairro do Jordão é de 693.406,49 Kcal por dia. O gasto energético médio por habitante é de 33,37 Kcal.

5 CONCLUSÕES

O método deste trabalho utiliza o conceito do *Metabolic Equivalent Task* (MET) que mostra-se mais indicado a avaliar acessibilidade em áreas de morro do que o método de isócronas e isócotas, que ilustram bem a situação de áreas planas, porém não são capazes de indicar as dificuldades presentes em áreas de relevo acidentado. O modelo de curvas de isoesforço também foi capaz de identificar diferentes tipos de problemas que interferem diretamente na acessibilidade ao transporte público, como a dificuldade de percorrer o trajeto de determinada área ao ponto de acesso ao sistema de transporte e a deficiência na oferta de transporte. É importante ressaltar as limitações do método, pois o mesmo utiliza para o cálculo do consumo energético, as características de um cidadão médio com base nos dados da população da região de estudo. Esse valor não representa o esforço de pessoas obesas, idosas ou deficientes físicos, obviamente maiores.

A utilização do método das curvas de isoesforço é bastante inovador e pode ser utilizado para várias pesquisas não só para avaliar a microacessibilidade, como apresentado neste trabalho. Ao expandir a área de estudo para a proporção de cidades é possível avaliar questões de macroacessibilidade de regiões com elevado nível de inacessibilidade ao transporte público. Esta aplicação do método poderia tornar viável o estudo de melhorias no sistema de transporte da região com intervenções mais radicais, como sistemas de teleféricos complementados por funiculares ou escadas rolantes.

Avaliando a região do bairro do Jordão observou-se que mais da metade da população não se encontra nas condições consideradas aceitáveis. São também explicitadas as áreas críticas e as dificuldades encontradas pela população do bairro. Para cada problema indicado pelo método há diversas soluções.

Para garantir a otimização do investimento em uma obra de melhoria da acessibilidade ao transporte da região é necessário que se faça um estudo prévio do impacto da mesma. Refazer as curvas de isoesforço da região considerando a obra concluída, tornando assim possível calcular a parcela da população que seria beneficiada. Portanto a melhor intervenção é aquela que com menor investimento melhore a condição da maior quantidade de pessoas.

Alternativas de redes de transporte coletivo e de obras viárias devem ser dimensionadas para estimativa de custos e benefícios, tanto sociais como econômicos, expressos através de indicadores quantificáveis. [...] É imprescindível em planos que serão utilizados também para apoio a

obtenção de recursos de agências de fomento e financiamento. Para estas situações, o Termo de Referência deve prever um conjunto de atividades de simulação de alternativas empregando os recursos computacionais (modelos de transporte). [...] É importante destacar que nesta etapa não se deve pretender que as alternativas sejam avaliadas conclusivamente, na medida em que se deve incorporar à análise uma avaliação social, resultante de um novo processo de consulta. (BRASIL, 2007, p. 153).

Outros parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a eficiência de determinada intervenção são o consumo energético diário da região ou a média de consumo por habitantes. As melhorias devem ter como objetivo alcançar índices próximos ao ideal. O valor máximo considerado aceitável para esforço médio é de 30 kcal por habitante e para a população do Jordão o total, em situação ideal, é igual a 623.310 kcal. Após serem refeitos os cálculos das curvas de isoesforço, para o método de intervenção proposto, devem ser calculados os novos valores desses parâmetros. Com a diferença entre o valor da situação e o estimado após a intervenção, devem ser relacionados com o custo da obra e manutenção com a finalidade de encontrar o nível de eficiência do investimento.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14724/2011, Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação.

BASTOS, J. T. **Geografia da Mortalidade no Trânsito no Brasil**. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado do Curso de Engenharia de Transportes). Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Caderno PlanMob: para orientação aos órgãos gestores municipais na elaboração dos Planos Diretores de Mobilidade Urbana**. Brasília. (a). 2007.

BRASIL. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico. 1988. 292 p.

CASTRO, J. A.; ARAÚJO, H. E. **Situação Social Brasileira: monitoramento das condições de vida 2**. Brasília: Ipea, 2012. 168 p.

COMBA, J. **Introdução à língua latina**. 7 ed. São Paulo- SP. Editora Salesiana, 1985.

DIAB, Ehab I.; EL-GENEIDY, Ahmed M. **Variation in bus transit service: understanding the impacts of various improvement strategies on transit service reliability**. Public Transport, 2013, 4.3: 209-231

EUROPEAN RESEARCH FORUM FOR URBAN MOBILITY - EURFORM, *State of the Art Report Coordination Action funded by the European Commission under the Sixth Framework Programme for Research and Development* (2002-2006). Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/c5df/3897914a4f30640934fa9948e9f2090aac11.pdf>> Acesso em: 10 de Novembro. 2017.

FARAH, F. **Habitação e Encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. 2ª Ed. RiMa. São Carlos - SP. 2004. 428 p.

GEHL, Jan. **Cidade para pessoas**. 2013.

GRANDE RECIFE (2016). **Transporte**. Disponível em: <<http://www.granderecife.pe.gov.br/web/grande-recife>>. Acessado em: 7 de Novembro de 2017.

GUALBERTO, F.; BARBOSA, H. M.. **Estudo dos fatores que influenciam o comportamento de Pedestres em Travessias de vias urbanas**. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, OURO PRETO, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Recife**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>> Acesso em: 10 de Novembro. 2017.

Lea & Febiger,. American **College of Sports Medicine: Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription**, 2nd Edition, Philadelphia. 1980

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob Caderno de referência para Elaboração de Planos de Mobilidade Urbana**. 2007. 184 f. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana. 2007. Brasília, Brasil

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob Caderno de referência para Elaboração de Planos de Mobilidade Urbana**. 2015. 238 f. Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana - SeMob. 2015. Brasília, Brasil

MONTEIRO, F. B. **Avaliação de espaços Urbanos para pedestres e ciclistas visando a Integração com o transporte de massa**. 236p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte). Instituto Militar de Engenharia. 2011.

MORRIS, J.M.; Dumble, P.L.; Wigan, M.R. 1979. *Accessibility indicators for transport planning*. *Transportation Research, Part A*, v.13, n.2, p.91-109.

NBR 10520/2011, Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação

NBR 12225/2011, Informação e documentação – Lombada – Apresentação

NBR 6023/2002, Informação e documentação – Referências – Elaboração

NBR 6024/2003, Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito – Apresentação

NBR 6027/2003, Informação e documentação – Sumário – Apresentação

NBR 6028/2003, Informação e documentação – Resumo – Procedimento

NBR 6034/2003, Informação e documentação – Índice – Apresentação

OLIVEIRA, F. C.; **Acessibilidade ao transporte público nas áreas de morro do Recife**. 2017. Dissertação (Mestrado em Transporte e gestão de Infraestruturas Urbanas) - Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE, Recife. 2017.

PETERS, Paulhans. **Reutilización de edificios: Nuevos barrios residenciales**. Barcelona: Gustavo Gili, 1970.

PONTES, T. F. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília**. 2010. 275 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

RAIA Jr, A.A.; SILVA, A.N.R.; Brondino, N.C.M. 1997. **Comparação entre Medidas de Acessibilidade para Aplicação em Cidades Brasileiras de Médio Porte**. In: XI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: ANPET, 1997. v. 2. p. 997-1008.

RECIFE. **Jordão**. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/jordao>> Acesso em: 13 de Novembro. 2017.

RECK, G. **Apostila Transporte Público da Universidade Federal do Paraná - UFPR**. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf> Acesso em: 15 de Novembro. 2017.

SANTOS, L. B. D. **Impactos da implantação do teleférico como sistema de transporte nas favelas: o caso do Complexo do Alemão.** 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifícia, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014.

SILVEIRA, I. M. **Avaliação da mobilidade urbana com ênfase na condição do usuário vulnerável.** 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

SMITH. L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom.** Editora manole. Ed 5. São Paulo. 1997

TAGORE, m. r.; SIKDAR, P. K. **A New Accessibility Measure Accounting Mobility Parameter.** 7th World Conference on Transport Research. University of New South Wales, Sydney, Austrália. 1995. p.10-7.

TRINDADE, R. E. Jr. **Procedimento para o acompanhamento de vítimas de acidentes de trânsito.** 1988. Dissertação de Mestrado. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1988.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte e mobilidade urbana.** Brasília, DF: CEPAL - Ipea, 2011. 74 p.

VIEIRA, H. **Avaliação de medidas de contenção de acidentes: uma abordagem multidisciplinar.** 1999. Tese de doutorado. PPEP-UFSC. Florianópolis-SC. 1999.