

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO BRT/VLT NO TRANSPORTE COLETIVO EM MANAUS

INTRODUÇÃO

Cidade e transporte estão intimamente ligados. A necessidade de deslocar pela a cidade está compreendida desde uma simples caminhada, ao uso de transporte público e privado e, até a opção pelo os automóveis. Com um serviço rápido e seguro os veículos motorizados individuais, carros e motos, facilitam a nossa vida. Com o crescimento da economia nos últimos anos, o número de veículos aumentou nos centros urbanos. A partir de 2009, passaram a ser vendidos mais de dois milhões de automóveis por ano no país (VASCONCELLOS, 2012, p. 28). Em geral, as cidades não são adaptadas para suportar uma grande quantidade de veículos e, por isso devem priorizar o transporte público, os pedestres e bicicletas.

Os sistemas de transporte público são fundamentais para a estrutura e funcionalidade das cidades, pois, considera-se que a eficiência de todas as ações envolvidas na realização do serviço de transporte público, “provoca também uma forte mobilização científica e técnica para aumentar a rentabilidade do transporte e o armazenamento de bens, informações e pessoas” (SOMEKH, 2010, p. 26).

Nesse contexto, o sistema de transporte público de Manaus já apresenta sinais de saturação. Manaus ultrapassa dois milhões de habitantes e conta com uma frota de 1.620 ônibus (Superintendência Municipal de Transporte Urbano, 2015), no qual ainda é pouco para atender o deslocamento da população.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O panorama das linhas de ônibus que circulam nos sistemas viários da capital amazonense tem como o destino final o centro de comércio da cidade. Estas linhas possuem, segundo Kneib & Silva (2010), trechos desnecessários que coincidem entre si, pois possui como ponto destino final o centro da cidade, logo – “devido à superposição das linhas – esse processo de formação da rede leva à geração de uma oferta de serviço excessiva ao longo dos corredores” (NAPIERALA, 2014, p. 18)

Duarte *et al.* (2012) justifica que para garantir a eficácia dos sistemas de transporte público por ônibus, soluções de corredores exclusivos ou segregação do sistema viário, são elementos estruturais importantes. Na cidade de Manaus existem três faixas de tráfego misto com prioridade aos ônibus, conhecidas popularmente como “faixa azul.”. Essas faixas exclusivas podem ser adotadas para estabelecer algum tipo de prioridade para o transporte público por meio de projetos de intervenção de baixo custo financeiro.

Considerando os conceitos discutidos, a importância social e ambiental que um sistema de transporte público tem para uma cidade, este estudo tem como objetivo avaliar as características técnicas, operacionais, indicadores de custo econômico dos sistemas *Bus Rapid Transit* (BRT) e Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) como proposta de implantação na faixa exclusiva norte-sul Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira.

DIAGNÓSTICO

Entende-se por sistema *Bus Rapid Transit*, que em português significa trânsito rápido por ônibus. Na prática, significa ônibus articulados e biarticulados trafegando em pistas exclusivas com estações de embarque e desembarque ao nível dos ônibus. Essas estações

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

são pré-determinada numa distância apropriada, dependendo das questões locais de desenvolvimento de trânsito e circulação.

As características atribuídas a esse sistema pode ser na agilidade de embarque e desembarque (pagamento da tarifa nas estações) com regularidade e pontualidade, uma vez que as plataformas podem estar equipadas com monitores informando em tempo real o horário dos veículos, destinos e mapeamento da rede.



Figura 1 - BRT TransMilênio em Bogotá

Fonte: Manual do BRT (2008)

Inspirada na rede de transporte metropolitana de Curitiba, o sistema TransMilênio de Bogotá (Figura 1) demasiou carregamento de passageiros além dos limites de Curitiba com melhorias na segregação das vias, sem cruzamento em nível e com duas pistas em cada direção o que permite a ultrapassagem entre os ônibus.

O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) (Figura 2), *Light Rail Transit* (LRT nos EUA) ou *Tramway*, entende-se esse sistema, por um modal ferroviário de transporte público em que os veículos

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

circulam em trilhos com embarque e desembarque de passageiros num determinado número de estações ao longo dos trechos. (trilhos)

Geralmente não tem via exclusiva e circula normalmente ao nível da rua, dependendo da segregação da via, o que facilita o compartilhamento com outros veículos particulares. Segundo a ANPTrilhos, no ano de 2015, 2300 linhas de VLT em 388 cidades, transportaram pouco mais de 13,6 bilhões de passageiros em todo o mundo.



Figura 2 - VLT na França.

Fonte: Alstom (2016)

A denotação de seu nome distinguir em vários países, no mesmo em que difere na sua tecnologia. Na França, por exemplo, é chamado *Tramway* por adotar um piso totalmente rebaixado com faixa reservada, porém compartilhando com os demais veículos e pedestres com circulação nos centros históricos e centros comerciais.

TRANSPORTE PÚBLICO EM MANAUS

No início dos anos 2000, surge o projeto de sistema BRT defendido pela gestão do prefeito Alfredo Nascimento (1997-2004) com a pretensão de ligar a zona norte e leste ao centro da

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

cidade. Tal projeto se chamava “Expresso”, porém, com a inconsistência da implantação logo a iniciativa ficou inviabilizada por falhas, manutenção de veículos e vias da passagem. Conforme Souza (2009), o sistema era inconsistente sob vários aspectos de implantação e imprevistos, destacando:

A má qualidade do asfalto do corredor, que não resistiu ao peso dos veículos e foi constantemente reparando durante o período em que os corredores foram utilizados; a impossibilidade de assegurar exclusividade do corredor central aos ônibus do sistema, visto que este sistema continuou convivendo e dependendo dos ônibus convencionais que continuava rodando e parando pela à direita da via. (SOUZA, 2009, p. 59)

Por outro lado, o ponto positivo de “legado” deste sistema foi o aumento de número de linhas alimentadoras (linhas que não necessitam ir ao centro da cidade) e a construção de três terminais de integração para ônibus.

No ano de 2010 o transporte público de Manaus entra em pauta novamente. Com o evento mundial de futebol realizado em 2014, Manaus foi escolhida para cidade sede da Copa do Mundo. Na eventualidade, a mobilidade urbana ganha espaço, e novos projetos de transporte coletivo na restauração e melhoramento foram idealizados. Com isso, surgem os projetos da construção do Monotrilho e do BRT, ambos com parceria da esfera federal, estadual e municipal. A (Tabela 1) resume a matriz de responsabilidade de cada esfera.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 1 - Matriz de responsabilidade Mobilidade Urbana em 2010.

Matriz de Responsabilidade				
Projeto	Investimento total previsto (R\$ milhões)	Ação	Investimento previsto (R\$ milhões)	Responsabilidade pelos recursos
BRT Eixo Leste/Centro	230	Projeto básico	5,30	Governo Federal
		Desapropriações	30,00	Governo Municipal
		Obras	194,70	Governo Federal
Monotrilho Norte/Centro	1.306,9	Projeto básico	20,90	Governo Estadual
		.Desapropriações	142,90	Governo Estadual
		Obras	600,00	Governo Federal
		Obras	543,10	Governo Federal

Fonte: Presid. República-Controladoria-Geral da União. Disponível em: <www.portaltransparencia.gov.br>. Acesso em: 17/12/2016.

No que diz respeito às ações em obras que o Governo Federal tinha como realização em relação ao Monotrilho, era o investimento ao material rodante, sistemas e obras urbanas. Além disso, a proposta do projeto Monotrilho era ligar a região Norte da cidade ao centro de comércio. Já no eixo BRT Leste concluiria o anel de retorno Centro a Zona Leste (Figura 3).

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 3 - Sistema de Transporte Integrado proposto pelo os Governos Estadual e Municipal:

Fonte: Seminf (2010).

O sistema Monotrilho contemplaria nove estações no total, somada a transformação do T1 (terminal Constantino Nery) em estação. Paralelamente, o BRT Leste-Centro contaria com 20 estações, serviço tronco-alimentador com 19 km de extensão, veículos articulados e biarticulados com capacidade máxima de 270 pass. e, na revitalização dos terminais T4 e T5, localizados nos bairros Jorge Teixeira e São José, respectivamente.

As linhas de ônibus convencionais teriam acesso livre aos terminais de integração para levar e buscar passageiros nos bairros mais distantes, na medida em que “nem o sistema BRT nem o monotrilho podem chegar devido a serem sistemas restritos fisicamente” (BAGNACHI, 2012, p. 59). Portanto, os sistemas Monotrilho e BRT ficariam como eixos principais (troncais), com veículos de maior capacidade e velocidade operacional nos maiores corredores, e posteriormente, os ônibus convencionais ficariam em função destes, na integração e alimentação.

O PlanMob (2015), volume II, afirma que a configuração dos sistemas de transporte público está baseada em um conjunto de subsistemas que trabalham articuladamente na busca de

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

sua eficiência, sendo os principais, além do material rodante, a estrutura física, sistemas auxiliares, sinalização e controle.

Apesar de ser desconfortável para o usuário embarca e desembarca de um ônibus para até seu destino final, a operação é necessária, pois surge a oferta de novas opções de viagem.

Na malha viária de Manaus, o transporte público está configurado por sistema de transporte por ônibus; o semipúblico micro-ônibus e mototaxi. Nestes sistemas, atuam 10 empresas regulamentadas, com uma frota de 1.412 ônibus; 390 micro-ônibus denominados “Executivos e Alternativos” e 1.342 mototaxistas regularizados segundo a Superintendência Municipal de Transportes Urbanos (SMTU). A Tabela 2 resume as empresas e quantidade de linhas de ônibus distribuídas na cidade.

Tabela 2 - Distribuição de linhas e empresas.

Empresa	Quantidade de Linhas	Nº (%)	Frota de Ônibus
Açaí	14	6,4	116
Expresso Coroado	18	8,1	125
Global	34	15,4	238
Integração	25	11,3	156
Líder	21	9,5	91
Rondônia	23	10,4	173
São Pedro	24	10,9	143
Transtol	17	7,6	98
Vega	14	6,4	81
Via Verde	31	14	191
Total	221	100	1412

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Fonte: PlanMob (2015)

No abrigo de 221 linhas distribuídas na cidade, à malha rodoviária urbana distingue-se em cinco tipos de linhas (Tabela 3) e cinco terminais de integração.

Esses terminais de integração estão localizados nos bairros: Constantino Nery (T1), Cachoeirinha (T2), Cidade Nova (T3), Jorge Teixeira (T4) e São José (T5), não contemplam mais que um modal de transporte, sendo este os ônibus coletivos e articulados.

Tabela 3 - Distribuição de linhas por categoria.

Tipo de Linha	Tipo de Veículo				Total	Nº (%)
	Convencional	Padron	Articulado	Micro-ônibus		
Troncal	19	0	87	0	106	7,5
Alimentadora	313	56	0	3	372	26,3
Radial	630	28	12	4	674	47,7
Diametral	119	12	26	0	157	11,1
Circular/Interbairros	78	24	0	1	103	7,2
Total	1159	120	125	8	1412	100%

Fonte: PlanMob (2015)

No que diz respeito à jurisdição quanto à função que cada linha atende, elas classificam em: troncal¹, que opera em grandes corredores de região a região; alimentadora, que opera na função de coletar os usuários e conduzi-los para as linhas tronco e/ou terminais de

¹ Linhas de ônibus que operam num corredor onde há grande concentração de demanda, com a função principal de realizar o transporte de uma região à outra da cidade.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

integração; diametrais que ligam dois bairros tangenciando a área central; circular, que tem um itinerário perimetral ao centro e por fim a radial, que liga a zona central da cidade.

No caso da rede de linhas de ônibus em Manaus é difícil dizer que uma linha tem apenas uma tipologia envolvida. Com poucas linhas troncais (106), as linhas radiais (674), por exemplo, trafegam em vários bairros, atendendo e coletando os passageiros em longas distancias, saindo do bairro ao centro de Manaus.

Na Figura 4 informa as rotas de média e longa distância por categoria de linhas segundo o PlanMob.

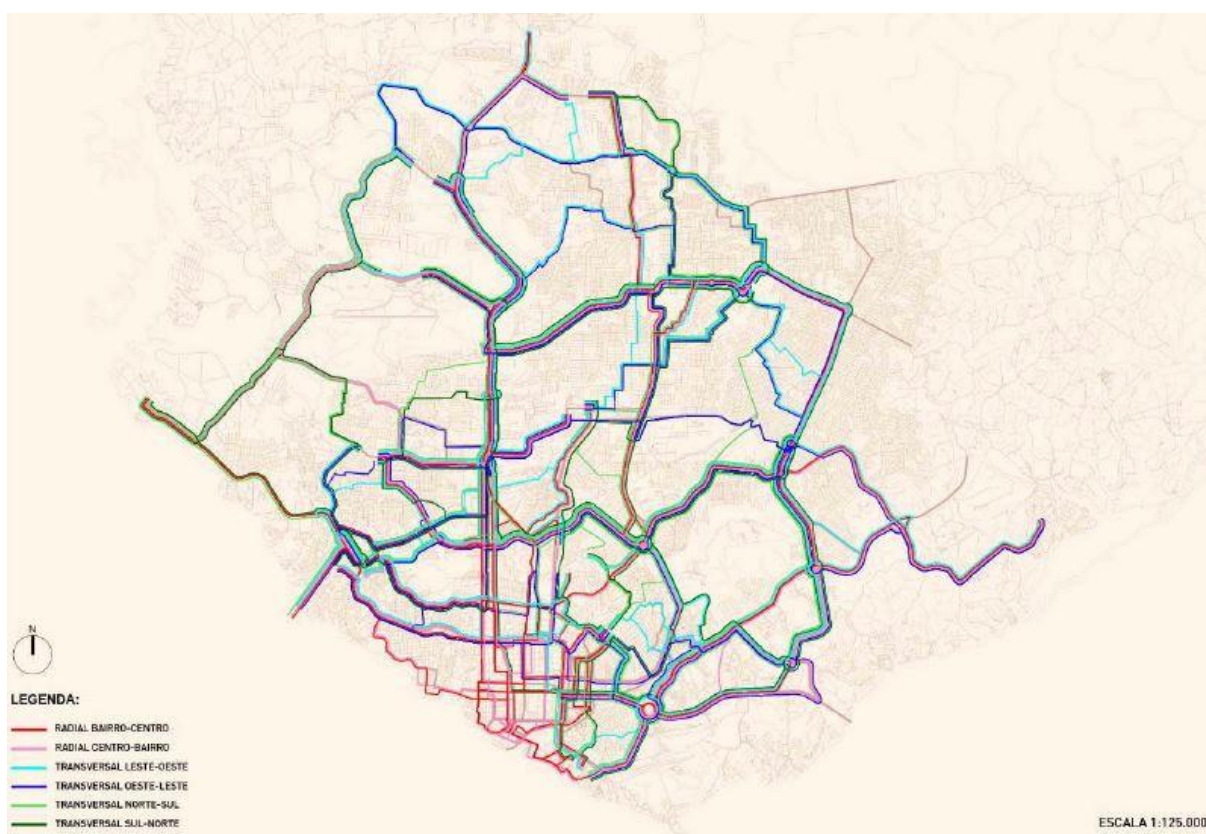


Figura 4 - Mapa das rotas conforme o tipo de linhas.

Fonte: PlanMob (2015)

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Para garantir a eficácia dos sistemas de transportes públicos por ônibus, soluções de corredores exclusivos, à direita ou no canteiro central, tornam o sistema com uma maior capacidade e velocidade operacional. Essas faixas exclusivas para ônibus podem ser adotadas para estabelecer algum tipo de prioridade para o transporte público por meio de projetos de intervenção de baixo custo financeiro. Elas contribuem para a eliminação e/ou a redução da interferência causada por outros veículos na operação dos serviços oferecidos pelo transporte público por ônibus.

Segundo a NTU (2015), o conceito de corredores de ônibus é a priorização da circulação do transporte público junto ao canteiro central, com segregação parcial dos fluxos, ou seja, sem a construção de barreiras físicas de segregação com tráfego misto. Entre as faixas manauaras, destaca-se: Rua Epaminondas, Av. Mario Ypiranga, Av. Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira. Essas respectivamente com, 750 m, 1,8 km e 12,5 km de extensão.



Figura 5 - Faixa exclusiva para ônibus. À esquerda, faixa Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira e à direita faixa Mario Ypiranga.

Fonte: Autor, nov. 2016.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Lester *et al.* (2011, p. 151) coloca que as faixas de ônibus são divididas em três tipos (1, 2 e 3). Para o tipo 1, os ônibus não fazem uso da faixa adjacente; as do tipo 2 fazem uso parcial da faixa adjacente e as do tipo 3, duas faixas são destinadas ao uso exclusivo de ônibus. Entretanto, para os tipos 1 e 2, os ônibus podem ou não compartilhar a faixa junto à calçada com o restante do tráfego.

No caso de Manaus, tem-se que as três faixas, todas têm tráfego misto sendo uma adjacente ao canteiro central. Essas faixas receberam o nome popular de “faixa azul” por ter um traçado azul pintado na pista de rolamento como a imagem acima.

Ainda nos corredores viários de Manaus se encontram os micro-ônibus “Executivos e Alternativos”. Com uma frota estimada em 390 veículos (PlanMob 2015), estes micro-ônibus (Figura 6) destacam-se por apresentar capacidade de transporte menor de passageiros em relação aos ônibus convencionais. Seus trajetos contam de saída da Zona Norte e Leste da cidade com o destino principal o centro de comércio.



Figura 6 - À esquerda micro-ônibus “alternativo” e à direita micro-ônibus “executivo”.

Fonte: Autor, jun. 2016.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Os “Alternativos” trafegam nos principais corredores viários da Zona Leste como: Av. Autaz Mirim, Av. Grande Circular, Av. Noel Nutels até a Bola da Suframa, nas adjacências da zona sul. Posteriormente, na outra ponta da cidade, os “Executivos” percorrem os corredores viários: Av. Max Teixeira, Av. Torquato Tapajós, Av. Djalma Batista até a Matriz, sentido centro de comércio da cidade.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, no ano de 2010, com a proposta do projeto Monotrilho, em um primeiro estudo realizado pela prefeitura de Manaus sobre o desejo de viagens, antes da publicação do PlanMob, a primeira análise resultou em 2000 viagens diárias dos diferentes tipos de deslocamento feito por ônibus na distintas macrozonas referidas.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

BRT MANAUS

Desejo de Viagem (Transporte Coletivo)

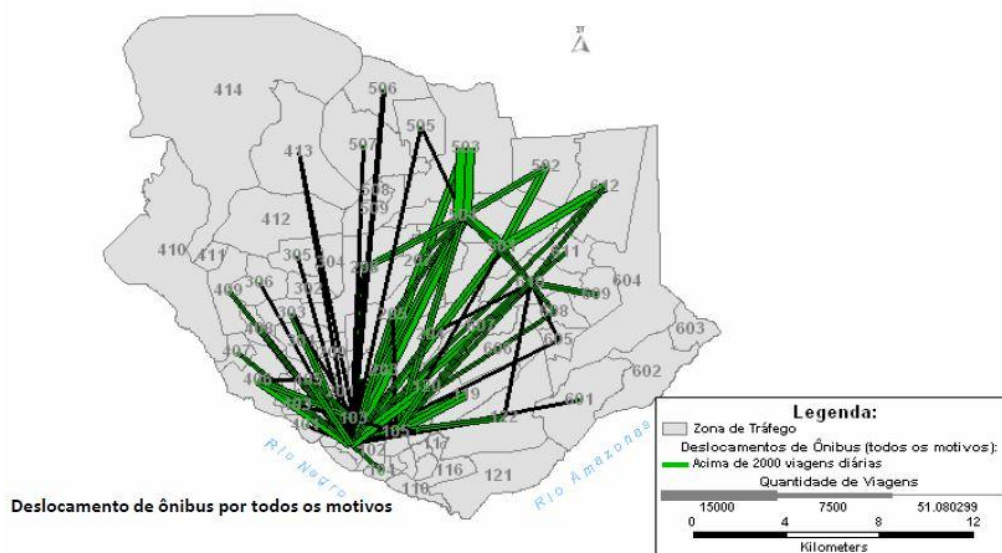


Figura 7 - Deslocamento de ônibus por todos os motivos

Fonte: Seminf (2010)

Essa versão de demanda resultou no carregamento de passageiros nos principais corredores viários. A quantidade de passageiros por hora no transporte coletivo nos corredores de transporte norte-sul estimado uma faixa de 15000 a 29000 pass/h segundo os estudos da Seminf realizado em 2010.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

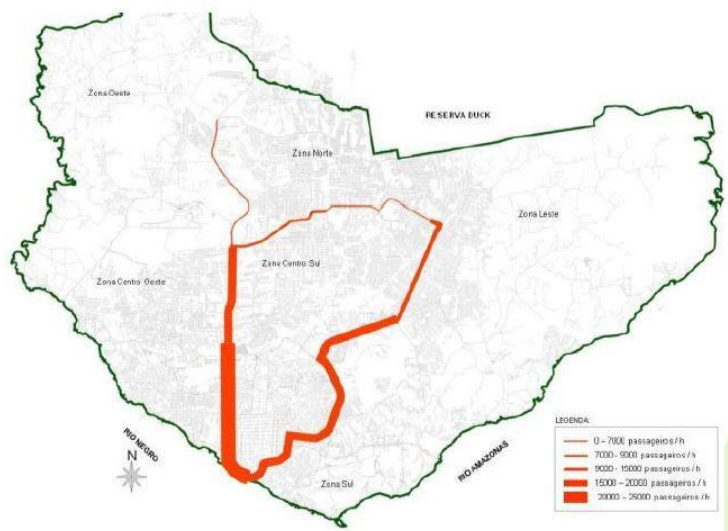


Figura 8 - Quantidade de passageiros/h nos principais eixos em 2010.

Fonte: Seminf (2010).

Outro diagnóstico foi observado no PlanMob (2015), que simulou dados nos mesmos corredores em comparação a demanda de passageiros nos mesmos corredores.

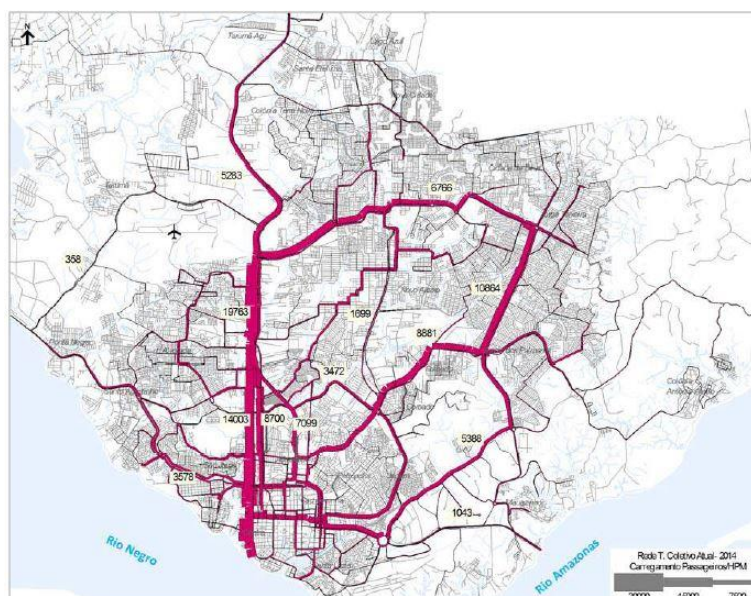


Figura 9 - Demanda de passageiros em 2014.

Fonte: PlanMob (2015)

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Esse estudo de demanda da Seminf (2010) foi realizado para os fins de projeto do monotrilho e BRT/Leste, conforme observado em tópicos anteriores. Sem indícios das obras do projeto Monotrilho, a prefeitura de Manaus adotou a exploração de faixas exclusivas para ônibus no lugar do empreendimento.

Após o fim do evento da Copa do Mundo na cidade de Manaus, as faixas de ônibus continuam a funcionar. A fragilidade que a Faixa Azul Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira enfrenta ao condutor de veículos particulares e principalmente aos passageiros é a desorganização pela falta de planejamento e linhas de ônibus que devem ser redirigidas para embarque e desembarque no canteiro central e a pista à direita para pegar os ônibus.

Sem ultrapassagem para os ônibus, a Faixa Azul apresenta um número mínimo operacional de linhas troncais que circulam nos sentidos centro-bairro e bairro-centro trafegando na faixa no canteiro central enquanto outras linhas radiais e diametrais convencionais transitam pela faixa a direita sem prioridade. Essa inconsistência operacional causa transtorno no trânsito e confusão para os condutores, pois os ônibus acabam compartilhando as duas faixas, com conversões à direita e a esquerda ao longo da faixa.

Com base na observação em campo e ajuda de aplicativos de transporte público “cadê meu ônibus” e “ônibus Manaus” que mostram o itinerário das linhas de ônibus no transporte coletivo de Manaus, a Tabela 4 apresenta a quantidade de linhas entre os trechos compreendidos da Rodoviária e Av. Boulevard na faixa exclusiva Constantino Nery. Avenida Djalma Batista, paralela a Constantino Nery, entra na contagem, pois ela envolve uma demanda de linhas coincidentes nesse trecho crítico.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 4 - Linhas de ônibus entre o trecho - Rodoviária e Av. Boulevard

	Nº de Linhas		Linhas	
Via	Av. Constantino	Av. Djalma B.	Somente via Av. Constantino Nery	Somente via Av. Djalma Batista
Central	12	0	204/208/219/225/300/448/454/500/540/560/640/652	---
Direito	26	23	011/120/121/202/206/210/211/216/221/301/305/306 310/317/319/320/321/324 325/326/330/408/430/453/455/456.	010/008/200/203/205 207/209/212/213/214/215/223/227/315/350 401/422/427/443/459/580 671/217
Subtotal	38	23	Linhas com trajetos na Av. Constantino Nery e Av. Djalma Batista: 118, 123, 222, 316, 356, 402, 407, 440, 452, 626.	
Total	71			

Fonte: Autor, mar. 2017.

Das 221 linhas (PlanMob, 2015), no caso 32,1% linhas de ônibus têm como destino final o centro da capital ou circulam próximo a ele. Necessariamente, parte desse volume de linhas vêm de diferentes bairros das zonas centro-oeste e norte de Manaus; passando pelos os corredores Constantino Nery e/ou Djalma Batista, o que ocasiona uma sobrecarga de ônibus trafegando em trechos coincidentes, fato observado na tabela acima. Além dessas linhas de

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ônibus, a contagem na observação de campo não enumera o serviço semipúblico de micro-ônibus “Executivos” e “Alternativos”.

Kneib & Silva (2010) inferem que no estudo entre a demanda e a oferta do transporte público em Manaus, há equilíbrio entre a oferta e a demanda de transporte coletivo para o centro histórico e as áreas próximas dele. No entanto, o mesmo estudo reitera a relação às zonas de alta demanda e baixa oferta, “estas podem significar a existência de características de centralidade, ou subcentros, nessas zonas, o que demandaria a necessidade de maior oferta de transporte coletivo.”.

O PlanMob (2015) justifica que o carregamento de passageiros conforme visto na Figura 9 foi realizado em um conjunto das principais vias. O ponto mais crítico de carregamento observado foi na seção viária Av. Torquato Tapajós, próximo à Rua Dom Jackson Damasceno, com 21.570 pass/h.

Considera-se, assim, portanto, conforme a demanda de passageiros analisada, a faixa de transição nos corredores de transporte Constantino Nery, Torquato Tapajós e Max Teixeira estaria em um intervalo de 5.000 a 22.000 pass/h.

Nesse contexto, a Faixa Azul (Figura 10) é um importante eixo de transporte da cidade que corta a região sul a região norte e leste da capital. O corredor possui um trecho de 12,5 km com início na Av. Constantino Nery x Av. Boulevard e término no Terminal três no bairro da Cidade Nova.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

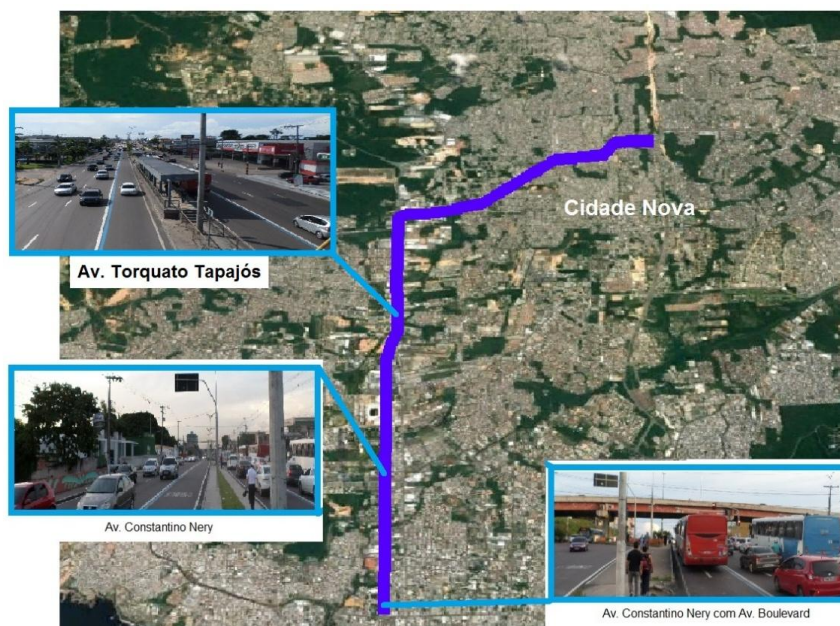


Figura 10 - imagem por satélite do corredor Av. Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira.

Fonte: Autor, mar. 2017

O PlanMob (2015) considera que o tempo de viagem por ônibus engloba uma razão de pouco mais de 50 minutos com uma velocidade média de 17,6 km/h. Considerando uma viagem completa nesse corredor, conclui-se que o tempo estipulado para uma viagem compreenda a margem de 50 minutos a 110 minutos dependendo da hora pico em questão.

O tempo de viagem completa do sistema BRT ou VLT em questão coloca um serviço operacional de um trecho principal e trechos complementares. O trecho 1 envolve a saída da origem do usuário a partir de um ônibus coletor (alimentadores ou circulares) até uma estação de embarque. O trecho principal é a continuação do serviço por ônibus articulados/biarticulados para o BRT e, para o VLT, veículos sobre trilhos até uma estação ou

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

terminal de integração. Por fim, o usuário concluir seu ponto final de parada caminhando até o seu destino final. A Figura 11 mostra o desenho esquematizado:

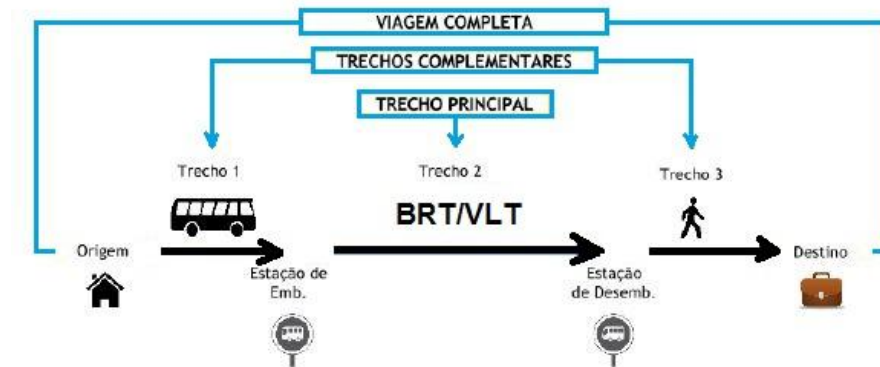


Figura 11 - Esquema de uma viagem completa para o usuário

Fonte: Elaborado pelo o Autor, abr. 2017.

Ao longo da faixa de ônibus de 12,5 km há pontos críticos de trânsito, pois, em determinado pontos os mesmos ônibus compartilham o tráfego com outros veículos particulares. Essa fragilidade operacional pode estar associada aos seguintes fatores: a segregação viária inadequada (cruzamentos, viadutos e passagens de níveis, bairros de retorno), o aumento da dispersão dos pontos das plataformas associado as parada a direita e polos geradores e, a questão política de quais empresas operam na faixa.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 12 - Mapa do corredor Constantino Nery/Torquato Tapajós/Max Teixeira

Fonte: Elaborado pelo o Autor, abr. 2017.

Conforme a (Tabela 4), do total de 40 linhas que passam na Av. Constantino Nery, além de outras 10 linhas que tem itinerário de idas e vindas pela Av. Constantino Ney e Djalma Batista, apenas um grupo de 12 linhas trafegam na Faixa Azul. A (Tabela 5) mostra as linhas que operam na Faixa Azul por trecho e empresas.

Tabela 5 - linhas por trecho

Empresa	Linha	Trecho da faixa
Via Verde	204	Av. Pedro Teixeira – Av. Boulevard
Via Verde	208	Rodoviária – Av. Boulevard
Via Verde	219	Av. Pedro Teixeira – Av. Boulevard
Via Verde	225	Av. Pedro Teixeira – Av. Boulevard
Rondônia	300	Terminal 3 – Av. Boulevard
Rondônia	448	Terminal 3 – Av. Boulevard
Via Verde	454	Av. Torquato Tapajós – Av. Boulevard

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Rondônia	500	Av. Torquato Tapajós - Av. Boulevard
Viação Coroadó	540	Av. Pedro Teixeira – Av. Boulevard (Sentido Centro)
Rondônia	560	Av. Torquato Tapajós - Av. Boulevard
Rondônia	640	Terminal 3 – Av. Boulevard
Global Green	652	Av. Pedro Teixeira – Av. Boulevard (Sentido Centro)

Fonte: Autor, mar. 2017.

Em um total de 18 plataformas na Faixa Azul (Figura 12), foram consideradas apenas para a observação em campo às plataformas Pedro Teixeira e São Geraldo para a metodologia de análise e cálculo da capacidade da Faixa Azul.

Essas plataformas de embarque e desembarque foram consideradas para observação, pois são considerados pontos críticos e as doze linhas de inserção na faixa tem parada obrigatória nessas plataformas. A Tabela 6 mostra observação feita com o cálculo da capacidade de veículos na faixa de ônibus. Das quatro observações realizadas, duas foram realizadas pela parte do horário de pico da tarde e as duas pelo horário de pico da manhã em semanas diferentes.

Tabela 6 - capacidade de veículos da faixa de ônibus

Horário	Data	Capacidade Calculada
17h – 18h	07/03/2017	37 ônibus/h
17h – 18h	21/03/2017	50 ônibus/h
7h – 8h	30/03/2017	36 ônibus/h
7h – 8h	13/04/2017	57 ônibus/h

Fonte: Autor, abr. 2017.

Entre as observações realizadas (ver detalhe Anexo), a observação no dia 13/04/2017, tem aumento atípico em relação às demais observações. Esse aumento pode estar vinculado à

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

inserção de outras duas linhas (204 e 454), pois, em 05/04/2017, a SMTU colocou a população a opção de duas linhas a mais no canteiro central. Segundo o cronograma da SMTU, as linhas de ônibus com parada a direita estão sendo redirigidas aos poucos para o canteiro central.

A metodologia de análise da capacidade de ônibus na faixa azul foi contabilizada através dos fatores que afetam a capacidade das infraestruturas de transporte público, como: tempo de parada do ônibus, coeficiente de variação do tempo de parada, tempo de liberação, índice de falha, volume de passageiros e operação com paradas alternadas (localização das plataformas).

A análise dessa capacidade calculada, Tabela 6, corresponde ao número mínimo operacional de veículos, pois os mesmos compartilham com táxis, ambulâncias e viaturas policiais nas observações realizadas, fora a infração e falta de conscientização de outros condutores veículos particulares como carros e motos. Em uma comparação de capacidade com o corredor de ônibus Nove de julho, por exemplo, na cidade de São Paulo, segundo a SPTrans (2013), no corredor operam 54 linhas e com um fluxo de 379 veículos/hora.

Lester *et al.* (2011) afirma que o impacto do tráfego sobre as operações dos ônibus com tráfego misto pode acontecer de duas formas. A primeira é a interseção de veículos particulares onde pode impedir que um ônibus alcance seu ponto de parada e a segunda, baias (entrada de ônibus na faixa, cruzamentos etc.), onde o ônibus parado teria que esperar até encontrar uma abertura adequada na corrente do tráfego antes de reentrar na faixa.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Além da contagem dos ônibus convencionais, foi observado a circulação de ônibus de empresas industriais e ônibus de outras linhas convencionais que não fazem parte do quadro na Tabela 4 mostrada acima.

MODERNIZAÇÃO

A partir do contexto, Faixa Azul, toma-se como maior eficiência e transporte de passageiros, a proposta de implantação do BRT e/ou VLT. Para isso deve ser baseada no trajeto e características já existentes a fim de evitar entraves com alteração e segregação das vias e desapropriações. (apesar de que deve ocorrer para uma faixa de ultrapassagem para os ônibus).

No entanto, para consolidar um projeto básico de sistema de transporte torna-se necessário uma pesquisa de campo mais detalhada e análise da geometria vias, pontos críticos de trânsito como viadutos, passagens de nível, bairros de retorno, onde a condição envolva seja desfavorável, como: intersecções problemáticas, dimensões mínimas das vias e instalação de estações, terminais de integração entre outros fatores abordados no início dessa discussão.

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Projetos de transporte tem sua análise complexa, pois os impactados são multiplicadores em diferentes formas e ações, sobretudo a composição do custo de um projeto não se limita a meio financeiros. De modo geral, o impacto que causa uma obra abrange fatores na ordem ambiental e social. Ambiental pelo o fato de os veículos expelirem poluentes que agredem a

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

população e, social, por abranger aqueles usuários que não possuem meios individuais para suas atividades urbanas como ir ao trabalho, ir à faculdade, ir à escola etc.

Por outro lado, Andrade (1994, p. III-7) afirma que “os custos e benefícios econômicos dos projetos de transportes possam ser medidos e comparados com unidades monetárias.” A Figura 13 mostra a estimativa de investimentos de custo comparativos do Plano de Mobilidade Urbana de Manaus. O PlanMob (2015) - volume II - compara 3 modais de transporte público previstos para a cidade de Manaus com padrão de extensão de 10 quilômetros de via.

Esses investimentos estão ligados as obra civis, material rodante e sistemas entre outros, conforme o cronograma de atividade de projetos físicos e operacionais visualizado na Figura 13.

Grupo	Investimentos	Unid	Metro HW= 150s		VLT 32-2,65		BRT Artic 23m	
			Qde.	R\$ milhões	Qde.	R\$ milhões	Qde.	R\$ milhões
1	Vias - Extensão Total	km	10	1.371	10	79	10	153
	Estações	un.	8	1.280	16	48	16	
	Via Permanente	km	10	150	10	25	10	
	Pátio de Manut. & Ed. Adm	m² x 1000	16	116	7	58	8	13
	Subtotal - Obras Civis		68%	2.917	28%	210	33%	166
2	Energia - Subestação Retif. + SE	un.	5	184	9	147	9	NA
	Rede Aérea	km	10	45	10	38	10	NA
	Sinalização & CCO	km	10	56	10	6	10	7
	Telecom & Outros Sistemas	km	10	285	10	19	10	
	Material Rodante	Veíc./carro	45	212	36	476	83	76
	Subtotal - Rodante & Sistemas		23%	782	62%	686	57%	83
3	Outros	Unid.	10%	370	10%	90	10%	25
		R\$ milhões		4.069		986		274
		R\$ Milhões/km		407		99		27

Fonte: Oficina Consultores – Estudos de tecnologias

Figura 13 - estimativas de custos de implantação dos modos de transporte público

Fonte: PlanMob (2015). Volume II

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Além desses investimentos necessários para a construção do BRT e/ou VLT, há indicação de custos necessários para revitalização e construção de terminais de integração ao longo do corredor e outros bairros.

Ao implementar um sistema de transporte públicos nos moldes BRT/VLT, essas estimativas de custo real dependem de diversos fatores, devido a complexidade da infraestrutura da cidade de Manaus. Considerando o nível de capacidade necessário, a qualidade desejada, ajustes viários de viadutos e passagem de nível, desapropriações, sondagens e geotecnia, compensações, gestões ambientais de rede elétrica e de gás. A Tabela 7 mostra a contabilidade dos custos médios BRT/VLT, de acordo com os indicadores acima previstos:

Tabela 7 - Custo médio de implantação BRT/VLT

Situação (via)	Modelo de transporte	Custo por via (em milhões de reais)	Custo total (milhões de reais)
12,5 km	BRT	27	337,5
12,5 km	VLT	99	1.237,5

Fonte: Autor, mar. 2017.

Com esses valores médios, podemos inferir que um custo por via do sistema VLT é 36 vezes maior que um sistema BRT. Esse valor atribuído corresponde do quociente do custo total do VLT sobre o custo total do BRT visto na tabela acima.

O PlanMob (2015, p. 34) afirma que o custeio anual dos dois sistemas em questão abrangem a proporção de R\$ 45,9 milhões de reais para o BRT e R\$ 66,7 milhões de reais para o VLT.

Do ponto de vista operacional, no trecho de 12,5 km, considerando uma velocidade média de 27,5 km/h (média ponderada de linhas direta e paradora) para o sistema BRT, esse tempo de percurso é estimado em 27 minutos, enquanto no VLT com uma velocidade média de 25 km/h, no mesmo trecho, sairia em 30 minutos. Isso reduziria pouco mais de 20 minutos para

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

os passageiros o tempo de ganho considerando os 50 minutos justificados do PlanMob. Evidentemente são discussões teóricas e positivas, pois o tempo perdido em congestionamento é bem maior se avaliado como um todo.

Considerando uma operação de 18 horas por dia com um fluxo médio de 20.000 pphps, isso beneficiaria pouco mais de 720.000 passageiros diariamente na Faixa Azul nos dois sentidos. É claro que existem variações da demanda ao longo do dia em horário de pico da manhã e da tarde. A Tabela 8 apresenta a comparação de valores médios para construção e custo médio por km por passageiro transportado.

Tabela 8 - Valores para construção e capacidade de transporte

Sistema	Capacidade de passageiros (hora/sentido)	Custo médio por km (em milhões de reais)	Custo médio por km por passageiro hora/sentido transportado
BRT	32.400*	27***	R\$ 833,33
VLT	35.000**	99***	R\$ 2828,57

Fonte: Autor, mar. 2017.

*Capacidade discutida Jaime Lerner e NTU (2009). **Capacidade máxima verificada nos estudos de Peter Alouche (2008). ***Valor de custo retirado do PlanMob (2015)

Olhando apenas os custos de construção, o custo médio por km por passageiro do VLT é três vezes maior que o do BRT. Repete-se que a capacidade de transporte influi na operação, bem como o preço dos equipamentos e a manutenção de cada sistema, sem contar outras avaliações pós-implementação, no entanto os dados mostram que é possível construir mais km de BRT do que VLT.

A seguir, são dispostos na Tabela 9 os dados de operação do sistema BRT Transoeste e os dados do sistema VLT do Rio de Janeiro em sua capacidade máxima diária. Para estudar e analisar os valores de custo operacional, os dados foram obtidos através de pesquisas aos

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

portais de transparência da prefeitura do Rio e das empresas contratadas para operação e de estimativas apresentadas em relatórios técnicos publicados.

Tabela 9 - Indicadores do sistema BRT Transoeste e VLT

Indicador	Unidade	BRT Tranoeste	VLT Centro
Pass. transportados	pass/dia	200.000	150.000
Frota	Qtd.	91	32
Extensão da linha	km	56	30
Nº lugares ofertados	Qtd./veículo	145	450
Horas de operação	h	24	18
Headway	Min.	6,5	10
Velocidade média	km/h	25	15
Energia consumida	MJ/pass/km	1,05	0,56
Custo operacional	R\$/pass	0,69	1,02
Receita operacional	R\$/pass	2,2	1,98

Fonte: CDURP (2013a), (2013b) e (2013c) e NTU (2012)

Embora haja outras cidades com operação do BRT, a cidade do Rio de Janeiro observada até aqui, foi considerada nessa análise, pois é a única cidade com rede de linhas BRT e VLT em operação para a comparação dos indicadores até o presente ano. Dito isso, considerando apenas os custos operacionais dos dois sistemas nesta cidade, a Tabela 10, mostra a comparação de custo operacional por passageiro em uma demanda de 360.000 passageiros para o caso de Manaus:

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 10 - Custo operacional por passageiro BRT/VLT

Sistema	Custo (R\$/pass.)	Passageiros	Total (passageiro x custo)
BRT	0,69	360.000	248.400
VLT	1,02	360.000	367.200

Fonte: Autor, mar. 2017.

O cálculo da Tabela 10 mostra que é possível inferir que no corredor avaliado utilizando o VLT, transportando 360.000 passageiros por dia requereria um subsídio de R\$ 118.800 por dia em comparação com o BRT, portanto, envolveriam subsídios operacionais da prefeitura e/ou políticas de parcerias públicas privadas para a tecnologia VLT.

Além disso, independente da escolha dos sistemas BRT ou VLT, ambos devem ser autossuficientes. Essa autossuficiência entende-se que a saída de gastos envolvidos com equipamentos, pessoal, material e outros gastos operacionais e fixos sejam menores em relação à entrada de receitas com a quantidade de passageiros transportados. Essas ações deverão ser previstas de acordo com a organização conjunta em planos de negócios, políticas tarifárias, comunicação e marketing para cada sistema que se deseja implantar.

CONCLUSÕES

Não há dúvida, que com uma maior utilização do transporte público e investimentos pesados é a solução para os problemas de congestionamento, acidentes de trânsito e poluição. Em anos passados, o Sistema Expresso e o projeto Monotrilho realçaram possibilidades de soluções inovadoras para o transporte público em Manaus. O Sistema Expresso, em seu

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

caráter estrutural, registrou uma ampliação das vias onde os ônibus articulados passavam nos canteiros centrais; hoje a anódina faixa azul. Por sua vez, o projeto Monotrilho, tinha o mesmo trajeto estudado, ligando a zona norte ao centro histórico da capital.

Nesse contexto, de acordo com o carregamento de passageiros e os resultados discutidos, os cálculos apontam que o custo econômico para implantar o sistema VLT no corredor proposto é relativamente alto, 36 vezes maior, se comparado com o sistema BRT. No entanto, ambos os sistemas envolvem uma cadeia de fatores de engenharia e escolha política final de estudo e implantação. Comumente, o BRT pode surgir como uma opção eficiente para o corredor estudado, após o início das obras requereria um prazo, de 2 a 5 anos, dependendo dos projetos e cronograma para a implantação.

As considerações de escolhas do sistema BRT, além do custo econômico de implantação, é a reestruturação da faixa azul como eixo tronco-alimentador de ônibus. Considerando as linhas discutidas na pista central e lado direito, a redefinição operacional nos trajetos das mesmas será necessária, pois elas tornariam linhas no eixo como paradoras ou diretas dependendo da inserção para cada bairro vinculada.

Por outro lado, o sistema VLT, elétrico, pode surgir como opção de transporte limpo ao que se refere no consumo de energia e modelo ambientalmente eficiente. A linha de raciocínio segue, pois, a emissão de gases é ínfima comparada ao sistema BRT. Pode existir a possibilidade de o BRT servir como precursor da subsequente implantação do VLT. Embora haja uma complexidade de análises e informações para os estudos em transporte público a serem discutidas, é necessária uma real importância social para a priorização do transporte público na cidade de Manaus.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Portanto, não é somente o custo econômico de implantação em questão, mas é a ênfase social do transporte, das ações governamentais em criar planos de atração e políticas públicas, para que desestimule os motoristas a deixarem seus carros.

Ao mesmo tempo, não muito menos importante, devemos asseverar da política urbana manauara. Na medida em que apresentamos as vantagens e desvantagens dos sistemas estudados e suas atribuições, não devemos esquecer de que a sociedade se envolva e acompanhe as medidas a ser tomadas por nossos gestores e autoridade políticas com os nossos recursos públicos. Não só na política de transporte, mas que este estudo desperte a reflexão de nosso comportamento no trânsito e, principalmente, aproxime outros especialistas em criar soluções criativas de engenharia de transporte e pesquisas acadêmicas em mobilidade urbana na cidade de Manaus.

Em todos os casos, somente através de um transporte público de qualidade poderemos fazer uma cidade voltada para as pessoas e não para os carros. O transporte coletivo não se resume a trajetos e máquinas de transportar pessoas, o transporte coletivo se trata, pertinentemente, de uma questão de justiça social e equidade no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSTOM. Consulta Home Page. Disponível em: <www.alstom.com/products-services/product-catalogue/rail-systems/trains/products/citadis/> Acesso em: 24/06/2016.

ALOUCHE, P. L. **VLT: um transporte moderno, sustentável e urbanisticamente correto para as cidades brasileiras.** Anais da 14ª Semana de Tecnologia Metroferroviária.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

2008. Disponível em <<http://biblioteca.aeamesp.org.br/smns/14SMTF0809T09.pdf>>. Acesso em: 02/07/2016.

ANDRADE, J. P. **Planejamento dos Transportes**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1994.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Avaliação Comparativa das Modalidades de Transporte Público Urbano**. Curitiba: NTU, 2009. 87 p.

_____. - **Prioridade ao transporte público por ônibus: panoramas dos objetos e investimentos**. Brasília: NTU, 2015. 90 p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS. **Veículo Leve sobre Trilhos: Mobilidade Sustentável**. Disponível em: <<http://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2016/10/VLT-Mobilidade-Sustentavel.pdf>> Acesso em: 01/11/2016.

BAGNASCHI, Camila. **Tomada de decisão em sistema de transporte urbano: uma análise Multicritério**. 2012. 104 f.(Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Manual de BRT. Bus Rapid Transit. guia de planejamento**. Brasília: Ministério das Cidades. 2008.

CDURP. (2013a). **Apresentação VLT**. Disponível em: <Projetos Especiais do Porto Maravilha: <http://portomaravilha.com.br/conteudo/projesp/VLT/apresentacao_vlt.pdf> Acesso em: 28/02/2017.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CDURP. (2013b). **Estudo Preliminar e Provisório de Demanda para o Sistema de VLT da Região Portuária e Centro do Rio de Janeiro.** Disponível em Estudos Técnicos do Porto Maravilha:

<http://portomaravilha.com.br/conteudo/vlt/estudo_de_demanda_preliminar_vlt_ccr.pdf>.

Acesso em: 28/02/2017.

CDURP. (2013c). **Estudo Preliminar e Provisório de Implementação do VLT na Região Portuária e Centro do Rio de Janeiro.** Disponível em Estudos Técnicos do Porto Maravilha:

<http://portomaravilha.com.br/conteudo/vlt/estudo_tecnico_preliminar_vlt_ccr.pdf>

Acesso em: 28/02/2017.

DUARTE, F. et al. **Introdução à mobilidade urbana.** / 1ª ed. (ano 2007), 3ª reimpr./Curitiba: Juruá, 2012.

KNEIB, E. C.; SILVA, P. C. M. da S. **Demanda e oferta de transporte coletivo: análises em zona de tráfego e setor censitário a partir da estatística espacial.** In: XXIV Congresso da ANPET, 2010, Salvador. Anais do XXIV Congresso da ANPET, 2010.

LESTER, A. H. et al. **Engenharia de infraestrutura de transportes. Uma integração multimodal.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Ministério da Ecologia, do Desenvolvimento Sustentável, e da Energia. (2012). **O Renascimento do VLT na França.** Paris: MEDSE. Disponível em: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/11001-2_Renouveau-tramway-France_POR.pdf> Acesso em: 22/04/2016.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

NAPIERALA, H. **Um modelo de otimização de redes troncais de transporte público urbano de passageiros.** Cascavel: Edunioeste, 2010.

Prefeitura de Manaus. **PLANO DE MOBILIDADE URBANA DE MANAUS.** PlanMob-Manaus. Volume I. Manaus, 2015. 311 p.

Prefeitura de Manaus. **PLANO DE MOBILIDADE URBANA DE MANAUS.** PlanMob-Manaus. Volume II. Manaus, 2015. 116 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA. **Apresentação do itinerário do sistema BRT em Manaus.** Disponível em: *CD-ROM*, Slides. Publicado em 2009. Acesso em: 24/06/2016.

São Paulo Transporte S.A (2013). **Corredores. Recuperado.** Disponível em: de </www.sptrans.com.br/terminais>. Acesso em: 25/03/2017.

SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES URBANOS. Consulta Home Page. Disponível em: <<http://smtu.manaus.am.gov.br/coletivo/>> Acesso em: 09/02/2016.

SOMEKH, N. **Os Novos Princípios do Urbanismo.** São Paulo: Romano Guerra, 2010. (Tradução/livro)

SOUZA, G. A. **Espacialidade urbana, circulação e acidentes de trânsito: O caso de Manaus – AM (2000 a 2006).** Tese de Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro - RJ, 2009.

VASCONCELLOS E. A. **Mobilidade urbana e cidadania.** Rio de Janeiro: SENAC NACIONAL, 2012.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANEXOS

Capacidade de ônibus na Faixa Azul (Observação 1)

Dados da faixa de ônibus com tráfego misto

Ponto: Plataforma Pedro Teixeira (Av. Constantino Nery com Pedro Teixeira)

Mês: Março (X) 07/03 () 14/03 () 21/03 () 28/03

Horário: 17h – 18h

Sentido Centro-Bairro		Sentido Bairro-Centro	
Linha	Quantidade (ônibus)	Linha	Quantidade (ônibus)
208 (Via Verde)	2	208 (Via Verde)	2
219 (Via Verde)	4	219 (Via Verde)	3
225 (Via Verde)	1	225 (Via Verde)	2
300 (Rondônia)	3	300 (Rondônia)	5
448 (Rondônia)	4	448 (Rondônia)	3
500 (Rondônia)	4	500 (Rondônia)	4
540 (Coroador)	—	540 (Coroador)	4
560 (Rondônia)	3	560 (Rondônia)	4
640 (Rondônia)	8	640 (Rondônia)	8
652 (Global)	---	652 (Global)	3
Total	29	Total	38

Táxis: 135; Viaturas policiais: 7; Ambulâncias: 6.

Obs.: 2 ônibus sem passageiros não contabilizados sentido bairro - centro.

Sentido Constantino Nery:

Duração de Sinal Verde: 85s

Duração de Sinal Vermelho: 130s

Tempo de liberação entre ônibus sucessivos: 20s

Cálculo de capacidade de faixas de ônibus com tráfego misto (Observação 1)

Capacidade da área de embarque

$$\frac{g}{c} = \frac{85}{130} = 0,653 \text{ (tempo efetivo de verde dividido pela duração do ciclo)}$$

$$t_c = 20s \text{ (tempo de liberação entre ônibus sucessivos)}$$

$$t_d = 49s \text{ (número de ponto 3, tempo médio de parada)}$$

$$Z_a = 1,96 \text{ (índice de falha de pontos afastados)}$$

$$C_v = 0,60 \text{ (coeficiente de variação)}$$

$$\text{Número efetivo de embarque assumido} = 1,85$$

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tipo de faixa de ônibus = 0,90 (Tipo 2; plataforma localizada no início da quadra)

Volume considerado de tráfego misto na faixa adjacente à calçada = 1000 veículos/h

Número de ônibus observados: 77.

$$B = \frac{3600x(\frac{g}{c})}{t_c + (\frac{g}{c})xt_d + Z_a x C_v x t_d}$$

$$B = \frac{3600x0,653}{20 + (0,653x49) + (1,96x0,60x49)}$$

$$B = 21 \text{ ônibus}$$

Para duas áreas de embarque lineares na via:

$$B_1 = 21x1,85 = 39 \text{ ônibus}$$

67 ônibus na contagem total.

$$f_m = 1 - 0,90x(\frac{67}{1000})$$

$$f_m = 0,9397$$

Portanto

$$B_2 = 0,9397x39 = 37 \text{ ônibus/h}$$

Capacidade de ônibus na Faixa Azul (Observação 2)

Dados da faixa de ônibus com tráfego misto

Ponto: Plataforma São Geraldo (Av. Constantino Nery com Rua Pará)

Mês: Março () 07/03 () 14/03 (X) 21/03 () 28/03 Horário: 17h – 18h

Sentido Centro-Bairro		Sentido Bairro-Centro	
Linha	Quantidade (ônibus)	Linha	Quantidade (ônibus)
208 (Via Verde)	1	208 (Via Verde)	2
219 (Via Verde)	4	219 (Via Verde)	3
225 (Via Verde)	2	225 (Via Verde)	1
300 (Rondônia)	3	300 (Rondônia)	5
448 (Rondônia)	5	448 (Rondônia)	3
500 (Rondônia)	4	500 (Rondônia)	5
540 (Coroado)	4	540 (Coroado)	2
560 (Rondônia)	4	560 (Rondônia)	3
640 (Rondônia)	10	640 (Rondônia)	9
652 (Global)	4	652 (Global)	4
Total	41	Total	36

Táxis: 208; Viaturas policiais: 6; Ambulâncias: 3.

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Obs.: 7 ônibus de faixa a direita trafegando no canteiro central.

Constantino Nery:

Duração de Sinal Verde: 120s

Duração de Sinal Vermelho: 75s

Tempo de liberação entre ônibus sucessivos: 20s

Cálculo de capacidade de faixas de ônibus com tráfego misto (Observação 2)

Capacidade da área de embarque

$$\frac{g}{c} = \frac{75}{120} = 0,625 \text{ (tempo efetivo de verde dividido pela duração do ciclo)}$$

$$t_c = 20s \text{ (tempo de liberação entre ônibus sucessivos)}$$

$$t_d = 32s \text{ (número de ponto 7, tempo médio de parada)}$$

$$Z_a = 1,96 \text{ (índice de falha de pontos afastados)}$$

$$C_v = 0,60 \text{ (coeficiente de variação)}$$

Número efetivo de embarque assumido= 1,85

Tipo de faixa de ônibus = 0,90 (Tipo 2 no início da quadra)

Volume considerado de tráfego misto na faixa adjacente à calçada = 1000 veículos/h

$$B = \frac{3600x(\frac{g}{c})}{t_c + (\frac{g}{c})xt_d + Z_axC_vxt_d}$$

$$B = \frac{3600x0,625}{20 + (0,625x32) + (1,96x0,60x32)}$$

$$B = 29 \text{ ônibus}$$

Para duas áreas de embarque lineares na via:

$$B_1 = 29x1,85 = 54 \text{ ônibus}$$

77 ônibus na contagem total

$$f_m = 1 - 0,90x(\frac{77}{1000})$$

$$f_m = 0,9307$$

Portanto

$$B_2 = 0,9307x54 = 50 \text{ ônibus/h}$$

Capacidade de ônibus na Faixa Azul (Observação 3)

Dados da faixa de ônibus com tráfego misto

Ponto: Plataforma Pedro Teixeira (Av. Constantino Nery com Pedro Teixeira)

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Mês: Março () 07/03 () 14/03 () 21/03 (X) 30/03

Horário: 7h - 8h

Sentido Centro-Bairro		Sentido Bairro-Centro	
Linha	Quantidade (ônibus)	Linha	Quantidade (ônibus)
208 (Via Verde)	2	208 (Via Verde)	3
219 (Via Verde)	4	219 (Via Verde)	4
225 (Via Verde)	1	225 (Via Verde)	2
300 (Rondônia)	3	300 (Rondônia)	4
448 (Rondônia)	3	448 (Rondônia)	4
500 (Rondônia)	5	500 (Rondônia)	5
540 (Coroadó)	---	540 (Coroadó)	5
560 (Rondônia)	3	560 (Rondônia)	4
640 (Rondônia)	10	640 (Rondônia)	9
652 (Global)	---	652 (Global)	5
Total	31	Total	45

Táxis: 149; Viaturas policiais: 4; Ambulâncias: 4.

Obs.: Contagem de 2 ônibus a mais, pois a linha 672 opera somente no horário do pico da manhã.

Constantino Nery:

Duração de Sinal Verde: 100s

Duração de Sinal Vermelho: 90s

Tempo de liberação entre ônibus sucessivos: 50s

Cálculo de capacidade de faixas de ônibus com tráfego misto (Observação 3)

Capacidade da área de embarque

$$\frac{g}{c} = \frac{90}{100} = 0,9 \text{ (tempo efetivo de verde dividido pela duração do ciclo)}$$

$$t_c = 50s \text{ (tempo de liberação entre ônibus sucessivos)}$$

$$t_d = 49s \text{ (número de ponto 3, tempo médio de parada)}$$

$$Z_a = 1,96 \text{ (índice de falha de pontos afastados)}$$

$$C_v = 0,60 \text{ (coeficiente de variação)}$$

$$\text{Número efetivo de embarque assumido} = 1,85$$

$$\text{Tipo de faixa de ônibus} = 0,90 \text{ (Tipo 2 ; plataforma localizada no início da quadra)}$$

$$\text{Volume considerado de tráfego misto na faixa adjacente à calçada} = 1000 \text{ veículos/h}$$

$$\text{Número de ônibus observados: 78.}$$

$$B = \frac{3600x\left(\frac{g}{c}\right)}{t_c + \left(\frac{g}{c}\right)xt_d + Z_axC_vxt_d}$$

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

$$B = \frac{3600 \times 0,9}{50 + (0,9 \times 49) + (1,96 \times 0,60 \times 49)}$$

$$B = 21 \text{ ônibus}$$

Para duas áreas de embarque lineares na via:

$$B_1 = 21 \times 1,85 = 39 \text{ ônibus}$$

77 ônibus na contagem total

$$f_m = 1 - 0,90 \times \left(\frac{78}{1000}\right)$$

$$f_m = 0,9298$$

Portanto

$$B_2 = 0,9298 \times 39 = 36 \text{ ônibus/h}$$

Capacidade de ônibus na Faixa Azul (Observação 4)

Ponto: Plataforma São Geraldo (Av. Constantino Nery com Rua Pará)

Mês: Abril () 06/04 (X) 13/04

Horário: 7h - 8h

Sentido Centro-Bairro		Sentido Bairro-Centro	
Linha	Quantidade (ônibus)	Linha	Quantidade (ônibus)
204 (Via Verde)	2	204 (Via Verde)	2
208 (Via Verde)	2	208 (Via Verde)	1
219 (Via Verde)	4	219 (Via Verde)	4
225 (Via Verde)	2	225 (Via Verde)	3
300 (Rondônia)	0	300 (Rondônia)	0
448 (Rondônia)	3	448 (Rondônia)	3
454 (Via Verde)	2	454 (Via Verde)	3
500 (Rondônia)	4	500 (Rondônia)	6
540 (Coroado)	5	540 (Coroado)	4
560 (Rondônia)	5	560 (Rondônia)	5
640 (Rondônia)	12	640 (Rondônia)	9
652 (Global)	7	652 (Global)	6
Total	48	Total	46

Táxis: 98; Viaturas policiais: 3; Ambulâncias: 0.

Obs.: Contagem de 6 ônibus a mais, pois a linha 672 opera somente no horário do pico da manhã.

Constantino Nery:

Duração de Sinal Verde: 90s

Duração de Sinal Vermelho: 70s

Tempo de liberação entre ônibus sucessivos: 20s

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cálculo de capacidade de faixas de ônibus com tráfego misto (Observação 4)

Capacidade da área de embarque

$$\frac{g}{c} = \frac{70}{90} = 0,77 \text{ (tempo efetivo de verde dividido pela duração do ciclo)}$$

$$t_c = 20s \text{ (tempo de liberação entre ônibus sucessivos)}$$

$$t_d = 32s \text{ (número de ponto 7, tempo médio de parada)}$$

$$Z_a = 1,96 \text{ (índice de falha de pontos afastados)}$$

$$C_v = 0,60 \text{ (coeficiente de variação)}$$

Número efetivo de embarque assumido= 1,85

Tipo de faixa de ônibus = 0,90 (Tipo 2 ; plataforma no início da quadra)

Volume considerado de tráfego misto na faixa adjacente à calçada = 1000 veículos/h

Número de ônibus observados: 100.

$$B = \frac{3600x(\frac{g}{c})}{t_c + (\frac{g}{c})xt_d + Z_axC_vxt_d}$$

$$B = \frac{3600x0,77}{20 + (0,77x32) + (1,96x0,60x32)}$$

$$B = 34 \text{ ônibus}$$

Para duas áreas de embarque lineares na via:

$$B_1 = 34x1,85 = 63 \text{ ônibus}$$

77 ônibus na contagem total

$$f_m = 1 - 0,90x(\frac{100}{1000})$$

$$f_m = 0,91$$

Portanto

$$B_2 = 0,91x63 = 57 \text{ ônibus/h}$$