

MODELO DE PONTO DE ÔNIBUS SUSTENTÁVEL APLICADO A CIDADE DE MANAUS-AM.

IZANDRO GUEDES PESSOA^{1*}, KATTYLINNE DE MELO BARBOSA²

¹Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Manaus-AM,
izandroguedes@gmail.com;

²MSc. Engenharia de Transportes, Prof.^a Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Manaus-AM,
kdbarbosa@uea.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil.

RESUMO: O presente trabalho teve o objetivo de desenvolver um projeto de modelo de parada de ônibus sustentável aplicado à cidade de Manaus-AM. As duas principais tecnologias utilizadas para tornar o projeto sustentável foram Telhado Verde e Sistemas Fotovoltaicos para geração de energia elétrica. Após a definição dos materiais, foi utilizada a tabela SINAPI, referente ao mês de março de 2017, para fazer o orçamento do projeto. Ao final foi verificado que a parada de ônibus sustentável, conforme o projeto desenvolvido, custaria R\$29.707,61, com valor abaixo de outros modelos já implantados na cidade de Manaus e ainda geraria economia à longo prazo, gerando energia elétrica excedente que pode ser injetada na rede pública da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Parada de ônibus, sustentabilidade, telhado verde, sistemas fotovoltaicos.

SUSTAINABLE BUS SPOT MODEL APPLIED TO THE CITY OF MANAUS-AM.

ABSTRACT: The present work had the objective of developing a sustainable bus stop model project applied to the city of Manaus-AM. The two main technologies used to make the project sustainable were Green Roof and Photovoltaic Systems for electric power generation. After defining the materials, the SINAPI table, for the month of March 2017, was used to make the project budget. In the end, it was verified that the sustainable bus stop, according to the developed project, would cost R \$ 29,707.61, with value below other models already implanted in the city of Manaus and would still generate long-term savings, generating surplus electric power that can be injected In the city's public network.

KEYWORDS: Bus stop, sustainability, green roof, photovoltaic systems.

INTRODUÇÃO

Pontos de ônibus são locais de embarque e desembarque de passageiros localizados nos passeios ou calçadas (Ferraz, 2004). Estes locais devem atender as necessidades mínimas da população, para se proteger das ações do tempo e clima da cidade de forma confortável e também requisitos de acessibilidade para todos os tipos de usuários do transporte coletivo. Em Manaus/AM, os pontos de ônibus estão sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Transportes Urbanos (SMTU), que cuida da manutenção e construção de novos pontos de ônibus. A maioria dos pontos de ônibus de Manaus é feito de estrutura metálica, e cobertura de telhas de barro que custa aos cofres públicos uma média de R\$20.000,00, segundo dados de 2015 da SMTU.

Devido a diversos fatores, como ação de intempéries, choques de ônibus com as paradas e ação de vândalos, diversos pontos de ônibus na capital do Amazonas estão deteriorados, o que compromete a qualidade e o conforto do serviço de transporte público prestado à população, pois os abrigos acabam perdendo sua finalidade principal, que é de abrigar os passageiros das intempéries. Além disso, ainda existem os pontos de parada que não tem abrigo nem sinalização adequada, no entanto as pessoas que moram nas redondezas sabem que ali existe uma parada de ônibus, que é chamado de ponto de parada viciado.

O projeto de uma parada de ônibus sustentável deve levar em conta todos os fatores de conforto e qualidade do transporte além de estar em harmonia com o ambiente ao seu redor. Para tornar o projeto sustentável foi pensado no uso de duas tecnologias: produção de energia elétrica através de placas fotovoltaicas e implantação de telhado verde na cobertura do ponto de ônibus. A ideia principal do projeto é que uma unidade de parada de ônibus sustentável produza mais energia do que consuma, e essa energia seja injetada na rede da concessionária de energia elétrica, gerando eficiência energética, desta forma com o tempo, a mesma será sustentável, custando o mínimo possível para o contribuinte da cidade de Manaus.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto de parada de ônibus em Manaus, foi feito um estudo preliminar sobre os tipos de pontos de ônibus existentes na cidade, assim como número de abrigos construídos, custo médio e os materiais utilizados em cada tipo de parada de ônibus, com a finalidade de comparação entre os modelos já utilizados e um modelo sustentável.

As principais tecnologias empregadas no projeto foram o telhado verde e energia solar. Onde o telhado verde se caracteriza pelo sistema construtivo que consiste na colocação de uma camada de vegetação nas coberturas de edificações. No Brasil ainda não existem normas específicas para execução de telhado verde, mas segundo o *International Green Roof Association – IGRA (2017)* existem 3 tipos de coberturas verdes:

- Extensiva: utilização de plantas rasteiras de pequeno porte e com peso médio entre 60 e 150kg/m²;
- Semi-Intensiva: utilização de vegetação de porte médio com peso médio entre 120 e 180kg/m²;
- Intensiva: utilização de plantas de nível médio a grande com peso médio entre 180 e 500kg/m².

Para o projeto da parada de ônibus sustentável optou-se pela implantação de um sistema de telhado verde, chamado Sistema Alveolar leve. Ele é composto de um módulo plástico que tem a finalidade de controlar a drenagem, reter a água para a vegetação e evitar o contato direto da vegetação com a cobertura. Este módulo plástico, com 1,61m² substitui a camada drenante feita de brita, seixo e argila expandida utilizada em coberturas verdes convencionais, o que diminui o peso médio que a cobertura deve suportar, economizando na execução da estrutura da edificação.

Outra tecnologia utilizada no projeto foi a produção de energia elétrica a partir de placas fotovoltaicas. Um sistema de energia solar fotovoltaico pode ser classificado em dois tipos: *on-grid* e *off-grid*. No projeto da parada foi usado o sistema *on-grid* que permite a ligação do sistema com a rede de energia elétrica da cidade. Segundo a Resolução Normativa nº482, de 2012 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, que trata sobre os sistemas de compensação de energia elétrica, sendo que o consumo de energia elétrica ativa a ser faturado pela concessionária é a diferença entre a energia consumida e a injetada na rede, e o excedente deve ser abatido no consumo dos meses subsequentes, em até 36 meses.

O dimensionamento para o sistema fotovoltaico utilizado na parada de ônibus sustentável foi feito levando em consideração que no ponto de ônibus haveria 4 tomadas para carregador de celular, com 10W de potência, 1 painel LED, com 200 W de potência, para sistema de informações das linhas que passam por aquele ponto e quais os seus horários de chegada e saída, e 2 lâmpadas LED, com 50W de potência, para iluminação do ponto de ônibus. Foi considerado também a utilização de painéis solares que geram 265Wp de energia, com 1,61m² de área e coeficiente de rendimento igual a 83%.

Após os materiais e tecnologias empregados no projeto da parada de ônibus sustentável, foi feito o orçamento com base na tabela SINAPI referente ao mês de março de 2017, com desoneração. Para os materiais ou serviços que não constam na tabela SINAPI, foi realizada cotação de preços com 3 fornecedores diferentes. As dimensões do projeto da parada foram feitas com base nos projetos de paradas já existentes em Manaus, ajustando os modelos para uma melhor acessibilidade a todos os tipos de usuários de transporte coletivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Manaus existem 3 tipos de paradas de ônibus contabilizados pela Divisão de Engenharia de Transportes (DVED) da SMTU (Tabela 1). O tipo de parada mais comum é a de cobertura em

telhas de barro, com um total de 880 unidades de abrigos deste tipo construídas na capital do Amazonas. Este tipo de parada está passando por um processo de reforma, que consiste na troca das telhas de barro por telhas feitas de PET, mais duráveis e mais leves, porém são mais onerosas que as telhas de barro convencionais. As paradas de telhas de barro/pet são subdivididas em tipo A, B e C, variando conforme o tamanho das mesmas. As paradas do tipo A são as maiores e são empregadas dentro de terminais de ônibus. As paradas do tipo B e C são empregadas nos demais pontos da cidade conforme a demanda de cada local, sendo as de tipo C as paradas de menor tamanho e as de tipo B mais comuns na cidade.

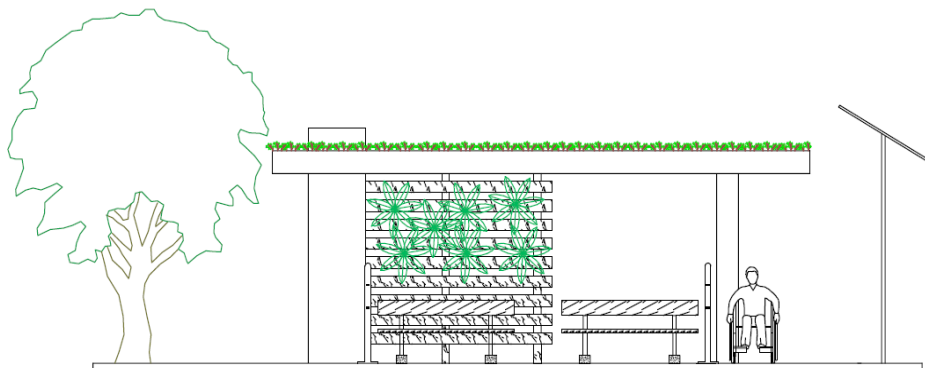
Tabela 1. Tipos, quantidade e custo médio de abrigos de ônibus implantados em Manaus.

Tipos de abrigos	Características gerais	Valor de custo aproximado (und)	Quantidade de abrigos implantados (und)
SMTU	Cobertura em telha de barro/pet	R\$ 16.000,00	880
CEMUSA	Estrutura de aço	R\$ 30.000,00	330
SEMINF	Estrutura em concreto	R\$ 26.000,00	89
TOTAL			1299

Os valores de custo aproximado das paradas na Tabela 1 não levam em consideração o BDI (*Budget Difference Income*) que é a taxa calculada em cima do custo, usada para cobrir as despesas que o construtor virá a ter com o empreendimento mais os tributos, e o seu próprio lucro com o empreendimento. Para as paradas do tipo “Cobertura em telha de barro/pet” foi utilizado uma taxa de 24,77% para o BDI, elevando o custo de construção para aproximadamente R\$20.000,00.

Após a definição dos materiais a serem utilizados no projeto, dimensionamento da estrutura metálica e do sistema fotovoltaico, foi desenvolvido o projeto arquitetônico do ponto de ônibus sustentável (Figura1), com base nas dimensões das paradas tipo “Cobertura em telha de barro/pet” tipo B, pois são as mais empregadas no município, e de acordo com as normas de acessibilidade da NBR 9050/2015, desenvolvido então o orçamento da parada sustentável (Tabela 2).

Figura 1. Modelo desenvolvido da parada de ônibus sustentável.



Estima-se que a parada de ônibus do projeto desenvolvido consuma 195kW de energia elétrica por mês. Após o dimensionamento do sistema fotovoltaico da parada, chegou-se ao resultado que seriam necessários 6 painéis solares de 265Wp em cada parada para suprir o seu próprio consumo e ainda gerar energia excedente. Um ponto de ônibus sustentável com 6 painéis solares de 265Wp geraria por mês 220 kW de energia elétrica. Logo, seriam gerados 25kW de energia elétrica a mais por ponto de parada sustentável.

O valor total apresentado na Tabela, não leva em consideração a taxa de BDI. Acrescentando a mesma taxa utilizada nos modelos já existentes, 24,77%, o custo para a construção do modelo de parada sustentável desenvolvido fica em R\$29.707,61, que é menos que o custo para a construção dos modelos de estrutura de aço e concreto apresentados na Tabela 1, considerando o acréscimo da mesma taxa de BDI nestes modelos.

Tabela 2. Orçamento do modelo de parada sustentável desenvolvido.

ITEM		DESCRIÇÃO	UND.	QNTD.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1	REF.	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 208,80
1.1	73948/016	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO	m ²	60	R\$ 3,48	R\$ 208,80
2		TRABALHOS EM TERRA				R\$ 82,65
2.1	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS	m ³	1,5	R\$ 55,10	R\$ 82,65
3		INFRAESTRUTURA				R\$ 268,54
3.1	1524	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO	m ³	0,4	R\$ 420,00	R\$ 168,00
3.2	34460	ACO CA-60, 7,0 MM, DOBRADO E CORTADO	kg	22	R\$ 4,57	R\$ 100,54
4		SUPRAESTRUTURA				R\$ 2.643,75
4.1	Cotação	PILAR METÁLICO TUBULAR GALVANIZADO 30X20cm	m	5,5	R\$ 302,50	R\$ 1.663,75
4.2	---	PAREDE VERDE FEITA COM RESÍDUOS DE MADEIRA DE OBRA	m ²	10	R\$ 0,00	R\$ 0,00
4.3	Cotação	PAINEL LED 40"	unidade	1	R\$ 980,00	R\$ 980,00
5		COBERTURA				R\$ 3.833,78
5.1	72110	ESTRUTURA METÁLICA EM TESOURAS OU TRELIÇAS, VÃO LIVRE DE 12M, FORNECIMENTO E MONTAGEM	m ²	22,5	R\$ 70,39	R\$ 1.583,78
5.2	Cotação	TELHA GALVALUME	m ²	25		R\$ 0,00
5.3	Fornecedor	SISTEMA MODULAR ALVEOLAR LEVE -	m ²	25	R\$ 90,00	R\$ 2.250,00
6		PISO				R\$ 1.845,41
6.1	73991/3	PISO CIMENTADO TRAÇO 1:3(CIMENTO E AREIA) COM ACABAMENTO LISO ESPESSURA 3CM PREPARO MECÂNICO INCLUINDO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m ²	22,5	R\$ 43,49	R\$ 978,53
6.2	38181	PISO TATIL ALERTA OU DIRECIONAL, DE BORRACHA, COLORIDO, 25 X 25 CM, E = 5 MM, PARA COLA	m ²	7	R\$ 123,84	R\$ 866,88
7		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				R\$ 12.337,30
7.1	07651/ORSE	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA TRIFÁSICA COM PONTALETE DE MADEIRA 7x5vm FIXADO NO TELHADO	unidade	1	R\$ 70,15	R\$ 70,15
7.2	83479	LUMINARIA ESTANQUE - PROTEÇÃO CONTRA ÁGUA, POEIRA OU IMPACTOS	unidade	2	R\$ 97,30	R\$ 194,60
7.3	83399	RELÉ FOTOELÉTRICO P/ COMANDO DE	unidade	1	R\$ 27,09	R\$ 27,09
7.5	10650/ORSE	LÂMPADA TUBLED COM TENSÃO DE ENTRADA EM 127V, 50W	unidade	2	R\$ 683,51	R\$ 1.367,02
7.6	Cotação	TORRE COM 2 TOMADAS	unidade	2	R\$ 151,00	R\$ 302,00
7.7	Cotação	SISTEMA FOTOVOLTAICO				
	7.7.1	PAINEL SOLAR 265 Wp	unidade	6	R\$ 735,00	R\$ 4.410,00
	7.7.2	INVERSOR 2kWp	unidade	1	R\$ 5.050,00	R\$ 5.050,00
	7.7.3	SUPORTE METÁLICO PARA OS PAINÉIS TUBULAR 6"	m	6	R\$ 152,74	R\$ 916,44
8		PINTURA				R\$ 463,68
8.1	95468	PINTURA ESMALTE BRILHANTE (2DEMÃOS) SOBRE SUPERFÍCIE METÁLICA	m ²	16	R\$ 28,98	R\$ 463,68
9		SERVIÇOS FINAIS				R\$ 2.126,00
9.1	02412/ORSE	BANCO DE MADEIRA DE LEI	unidade	2	R\$ 750,00	R\$ 1.500,00
9.2	9537	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m ²	60	R\$ 2,10	R\$ 126,00
9.3	Cotação	LIXEIRA COLETA SELETIVA	unidade	1	R\$ 500,00	R\$ 500,00
TOTAL					R\$ 23.809,90	

CONCLUSÕES

Com o modelo de ponto de ônibus sustentável desenvolvido, pode-se destacar como uma das vantagens da implementação do telhado verde, a redução da velocidade de escoamento de água da chuva, evitando alagamentos próximos aos pontos de ônibus (Figura 2), o que facilita o embarque e desembarque de passageiros nos pontos de ônibus em dias chuvosos.

Figura 2. Parada de ônibus alagada em Manaus-AM.



Conforme o projeto, cada ponto de ônibus sustentável geraria 25kW de energia elétrica por mês, a mais do que consumiria, através dos painéis fotovoltaicos. A implantação em larga escala do modelo desenvolvido (Tabela 3), injetaria na rede de energia elétrica da cidade 32475kW por mês e considerando a taxa de energia elétrica em Manaus, no mês de janeiro de 2017, de R\$0,5183, sem impostos, geraria uma economia aos cofres públicos com iluminação das paradas de aproximadamente R\$150.000,00 por mês.

Tabela 3. Balanço da economia de energia com a implantação do projeto de parada sustentável.

Número de pontos de ônibus	Energia produzida (kW)	Energia consumida (kW)	Saldo de energia (kW)	Tarifa (sem impostos)	Economia
1	220	195	25		R\$ 114,03
1299	285780	253305	32475	R\$ 0,5183	R\$ 148.119,77

Portanto, comparado aos modelos de paradas já existentes em Manaus, o modelo de ponto de ônibus sustentável torna-se uma boa alternativa para a melhoria da qualidade do transporte público da cidade, aliada à sustentabilidade, eficiência energética e meio ambiente, pois está dentro dos custos para construção de modelos já existentes e ainda contém tecnologias que irão gerar economia à cidade de Manaus.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Amazonas – UEA pelo apoio financeiro ao Programa de Apoio de Iniciação Científica – PAIC, a minha professora orientadora MSc. Kattylinne Barbosa e todas as pessoas que participaram do desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, 2012.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.
- CEF. Caixa Econômica Federal. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, 2017. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 27 de março de 2017.
- Ferraz, A.C.P, Torres, I.G.E. – Transporte Público Urbano. São Carlos, SP, 2a edição, 2004.
- IGRA. *International Green Roof Association*. 2017. Disponível em: http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php. Acesso em: 13 de março de 2017.
- SMTU. Secretaria Municipal de Transportes Urbanos Manaus. Relatório de Paradas de ônibus de Manaus, 2015.