

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**



Mobilidade Sustentável – Campus I USP São Carlos

**Sustentabilidade e Gestão Ambiental
SHS0382**

Alunos:

Hiago Francisco Schiano da Silva n° USP: 7174272

Rafael Gaspar Damiano n°USP: 6418473

Thadeu Salin Sahão n°USP: 7174501

Lista de Figuras

Figure 1 - Escolha da abrangência para definição dos índices	9
Figure 2 - Proposição final adotada.....	10
Figure 3 - Categoria do Índice de Mobilidade Sustentável	11
Figure 4 - Pesos Índice de mobilidade sustentável	22
Figure 5 – Índice de mobilidade sustentável.....	23
Figure 6 - Estado atual vias e calçadas	28
Figure 7 - Novo Índice de mobilidade sustentável.....	31

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Áreas acessíveis e inacessíveis para portadores de necessidades especiais (medição: 1º semestre de 2014)	12
Tabela 2 - Qualidade vias e calçadas (medição: 1º semestre de 2014)	15
Tabela 3 - Vagas e Qualidade dos bicicletários (medição: 1º semestre de 2014).....	16
Tabela 4 - Vagas para portadores de necessidades especiais (medição: 1º semestre de 2014) 17	
Tabela 5 - Segurança de acesso ao campus (medição: 1º semestre de 2014).....	19
Tabela 6 - Usos de transporte adequado (Fonte: Adaptado de Amaral (2010)).....	19
Tabela 7 - Emissão de CO ₂	20
Tabela 8 - Situação real do Campus	21
Tabela 9 - Situação ideal do Campus.....	21
Tabela 10 - Propostas, ações e atores.....	24
Tabela 11 - Propostas visando a situação atual	25
Tabela 12 - Notas sensação de segurança	26
Tabela 13 - Simulação do índice de Segurança de acesso ao Campus.....	26
Tabela 14 - Simulação do índice de adequação do meio de transporte.....	27
Tabela 15 - Simulação do índice de qualidade de vias e calçadas	29
Tabela 16 - Simulação do índice de vagas e qualidade dos bicicletários	29
Tabela 17 - Simulação do índice de sustentabilidade	30
Tabela 18 – Cronograma ideal para implantação das medidas	30

Resumo

O objetivo do trabalho foi criar um índice de mobilidade sustentável dentro do campus I da Escola de Engenharia de São Carlos através de indicadores, avaliando diferentes fatores que podem contribuir para que os habitantes da USP escolham o meio de transporte adequado e propondo medidas que estimulem os habitantes do campus a escolha de formas de meio de locomoção sustentável.

O método usado para obtenção do objetivo foi: 1- desenvolver indicadores que englobem diversos fatores que afetem a mobilidade para os habitantes do campus I; 2 – obtenção dos dados e atribuição de valores aos indicadores; 3 – propostas de medidas que visam aumento do valor do índice de mobilidade sustentável.

Foram criados oito índices que buscam relacionar questões que afetam a escolha do meio de transporte do público alvo. Entre esses fatores se destacam: segurança e infraestrutura. Os indicadores escolhidos são os seguintes: segurança nos bicicletários; acesso para portadores de necessidades especiais; qualidade das vias, estacionamentos e calçadas, disponibilidade e qualidade dos bicicletários; vaga para deficientes, qualidade de acesso ao campus; adequação do meio de transporte ao usuário e indicador de sustentabilidade.

O valor obtido pelo índice de sustentabilidade atual do campus foi 0,702. Com as propostas de fácil, média e difícil implantação, ocorreu uma mudança do índice para 0,807, indicando melhora considerável na mobilidade sustentável do campus, o que comprova a eficiência do índice.

Sumário

1. Introdução	7
2. Proposição do Índice de mobilidade sustentável.....	8
3. Mapas Conceituais	9
4. Índice de Mobilidade Sustentável	10
A) Segurança nos bicicletários.....	11
B) Acesso para portadores de necessidades especiais	12
C) Qualidade das vias, estacionamentos e calçadas	14
D) Disponibilidade e qualidade dos bicicletários	15
E) Vaga para deficientes.....	16
F) Segurança de Acesso ao Campus	17
G) Adequação do meio de transporte em função do usuário	19
H) Indicador de Sustentabilidade	20
5. Cálculo do Índice de Mobilidade Sustentável	22
6. Propostas para incremento do Índice de Mobilidade Sustentável	23
6.1 Segurança	25
6.2 Sensibilização	26
6.3 Infraestrutura	27
6.4 Sustentabilidade.....	29
6.5 Cronograma Ideal.....	30
6.6 Simulação do Índice de Mobilidade Sustentável	31
7. Conclusão	31
8. Referências Bibliográficas	32
9. Anexos.....	33

1. Introdução

A mobilidade, de uma forma geral, é definida como a facilidade com que um indivíduo se desloca num dado espaço. Analisando-se o desenvolvimento histórico da humanidade verifica-se uma tendência de redução dos espaços, especialmente por meio da constituição de cidades que tem por propriedade altas densidades populacionais. Segundo o Ibam (Instituto Brasileiro de Administração Municipal), no Brasil, cerca de 80% da população vive em cidades.

Tais características vêm ocasionando, por consequência, dificuldades para o desenvolvimento de uma mobilidade de qualidade nos ambientes urbanos, especialmente as que não possuem adequado planejamento territorial. Identifica-se como exemplo para tal questão os congestionamentos diários na capital paulista.

Dessa forma, identifica-se a necessidade de tomada de ações no sentido de melhorar as condições de mobilidade em espaços com altas densidades populacionais, para que o transporte dos indivíduos seja seguro e eficiente, trazendo inclusive benefícios a sua qualidade de vida.

Além da questão de tornar a mobilidade nos espaços mais eficientes deve-se configurar uma forma sustentável de boa mobilidade, para que as condições socioambientais da situação presente e futura mantenham-se ou sejam melhoradas. Pode-se exemplificar tal necessidade no caso de ampliações extremas de vias. Tal ação melhora as condições de mobilidade por permitir passagem de maior número de carros, no entanto a medida não é totalmente sustentável já que implica em impactos ambientais negativos, como uma possível supressão de vegetação, geração de ruídos, maiores níveis de emissões de gases estufa, entre outros.

Portanto, faz-se importante a mescla dos conceitos de mobilidade e sustentabilidade, gerando-se a mobilidade sustentável. Esta pode se definir como a facilidade de se locomover em um dado espaço aliada a manutenção e melhoramento da qualidade socioambiental do espaço analisado.

O presente trabalho utiliza o conceito de mobilidade sustentável para interferir nas condições de mobilidade do Campus da USP-São Carlos, no sentido de se modificar o espaço para que os frequentadores deste procurem meios de se transportar que se configuram como mais sustentáveis e facilitadores da mobilidade. Como o emprego de bicicletas ao invés de carros.

2. Proposição do Índice de mobilidade sustentável

O trabalho será realizado com base na necessidade de melhoria na concepção da mobilidade interna e de chegada ao Campus I da USP, para que a qualidade da vivência na universidade no que se refere à facilidade de locomoção assim como a manutenção da qualidade de diversos aspectos ambientais relacionados ao transporte seja melhorada, como por exemplo, a diminuição das taxas de emissões de gás carbônico no caso da minimização do emprego de veículos motorizados.

Para tal, demanda-se o estudo das condições de mobilidade atual no campus para que a partir desta visão inicial proponham-se medidas para a minimização dos problemas identificados, acompanhados de um índice de sustentabilidade capaz de avaliar as condições socioambientais presentes, para um embasamento das medidas que serão tomadas em relação à mobilidade.

O índice de sustentabilidade funciona como orientador para a melhoria das condições de mobilidade aumentando o foco do estudo. Ou seja, a melhoria das condições de mobilidade deve ser acompanhada da construção de um ambiente sustentável no campus. Nas esferas ambiental, social e econômica.

Dessa forma, o trabalho desenvolvido baseia-se na construção de um Índice de Mobilidade Sustentável. Os fatores que determinam a valoração desse índice, bem como suas respectivas ponderações serão desenvolvidos ao longo do trabalho. Nota-se que os fatores que serão gerados detêm a função de avaliar as condições que influenciam na escolha da população do campus no transporte de preferência. Verificando, portanto, as condições sob as quais está submetido o espaço do campus e

como este espaço gera influências sobre o tipo de transporte que cada categoria de usuário do campus tenderá a escolher.

As proposições e ações que serão elaborados no trabalho provém das análises dos resultados obtidos para o campus de sua situação atual em relação à mobilidade e sustentabilidade, como visto anteriormente. Tais ações possuem o objetivo principal de alterar a concepção do espaço em relação ao transporte no campus influenciando sua população a escolher formas de transporte mais sustentáveis e que favoreçam uma maior facilidade de locomoção no campus.

3. Mapas Conceituais

As Figuras 1 e 2 são o desenvolvimento inicial para concretização do mapa conceitual. Foram definidas a partir delas, o que será nosso índice de mobilidade, a especificação do público alvo e objetivos a serem alcançados com o índice.

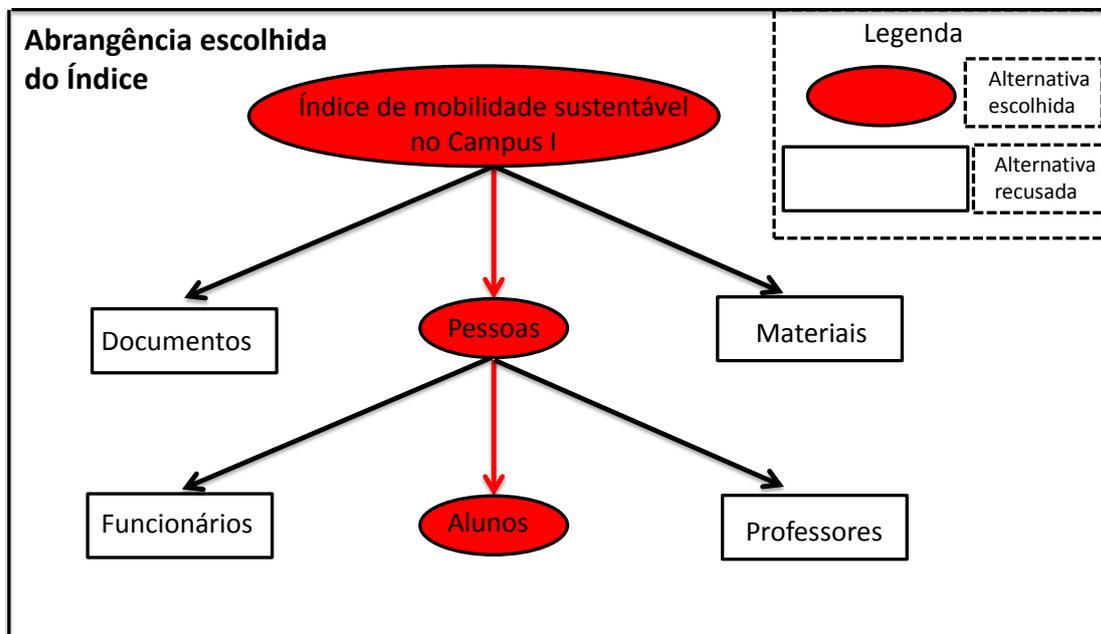


Figure 1 - Escolha da abrangência para definição dos índices

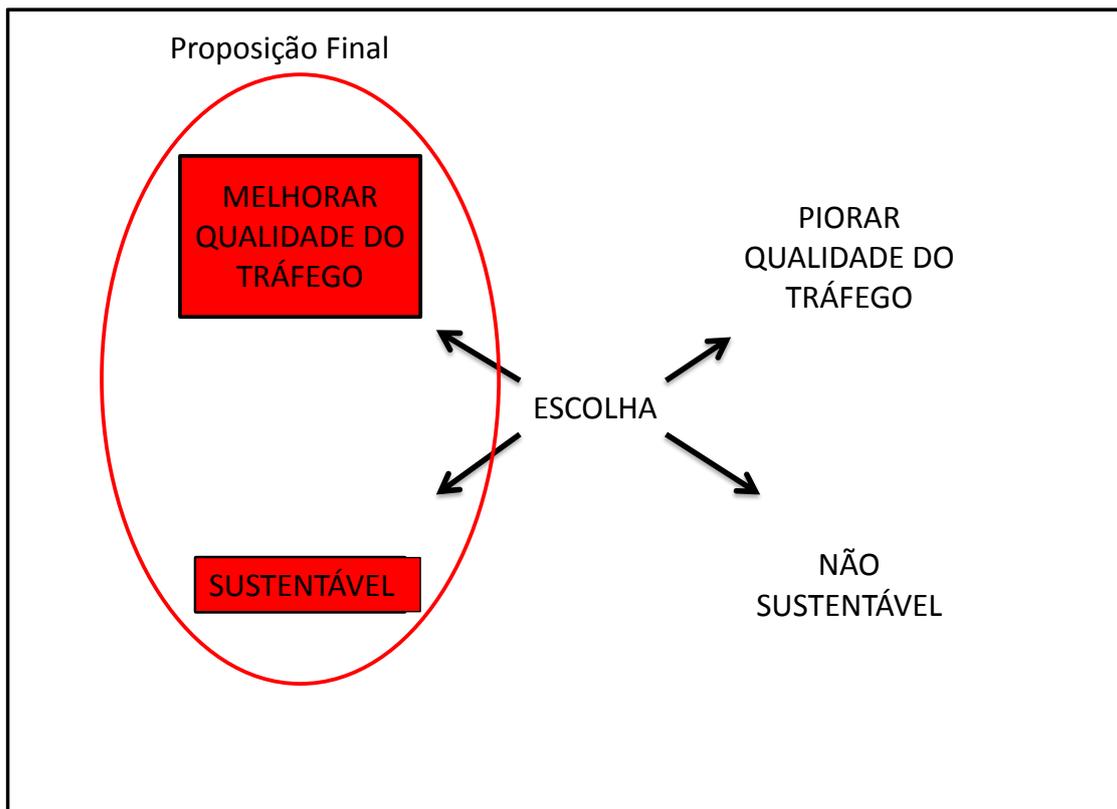


Figure 2 - Proposição final adotada

4. Índice de Mobilidade Sustentável

Tal índice atuará verificação da facilidade com que os usuários do campus se locomovem, avaliando por consequência os obstáculos existentes para que a mobilidade ocorra de forma desejável e sustentável. As categorias que compõem o índice, bem como seus indicadores, estão representadas na Figura 3:

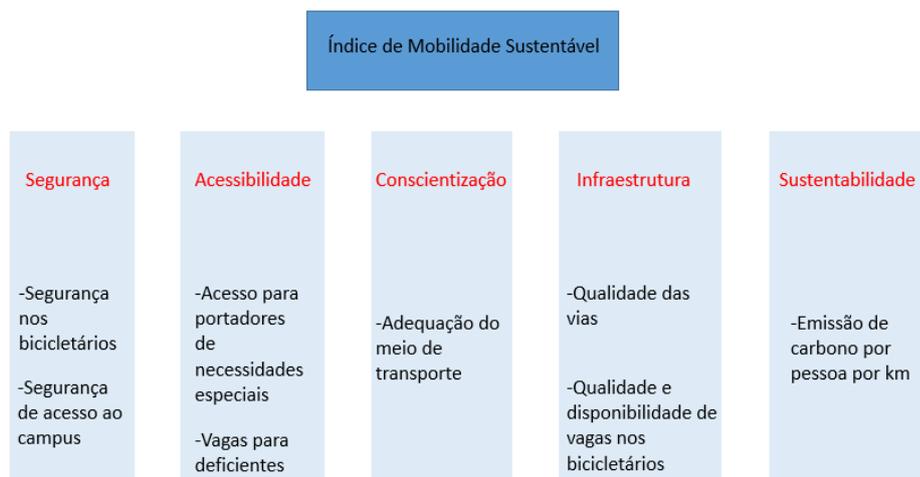


Figure 3 - Categoria do Índice de Mobilidade Sustentável

O índice é inicialmente proposto para averiguar a qualidade de uma maneira geral, independentemente do meio de transporte empregado pelo usuário. No entanto, a modelagem ocorrerá de uma forma que os maiores valores finais do índice, o que indica elevada qualidade no que se refere à mobilidade, serão atribuídos no caso de ocorrerem formas de transporte sustentáveis como “a pé” ou com uso de bicicletas em detrimento do uso massificado de veículos automotores. Além disso, o indicador de sustentabilidade quando incorporado ao Índice fornecerá maior suporte e maior valor a tais meios de transporte.

Com base em tal preceito, foram definidos os indicadores de mobilidade sustentável, que juntos formam o índice de mobilidade do campus:

A) Segurança nos bicicletários

Esse indicador permite avaliar a segurança dos bicicletários do Campus I através de uma relação entre o número de bicicletas furtadas e o número de bicicletas que utilizam esses bicicletários. Foi realizada uma correção na escala de coleta para que 0 indicasse a pior condição de segurança (adotada como 5% de roubos em determinado período de tempo) e 1 indicasse a melhor condição (nenhum roubo em determinado período de tempo). Como não ocorreram roubos de bicicletas nos bicicletários no período de Julho/2012 a Julho/2013, atribuiu-se valor 1 ao indicador.

B) Acesso para portadores de necessidades especiais

Esse indicador mede a proporção, em área, dos blocos ou departamentos dentro do campus I da USP São Carlos que possuem ao menos uma entrada adequada às necessidades dos deficientes físicos com relação à área construída do campus geral. A coleta de dados para o cálculo do indicador foi realizada pelo próprio grupo após julgamento pessoal. Em caso de dúvida sobre a acessibilidade, o bloco foi taxado como inacessível.

O indicador é apresentado como a divisão entre as áreas construídas térreas acessíveis pela área construída térrea total (foram calculadas utilizando a planta do Campus em AutoCAD). Apenas o lado externo foi considerado já que não se analisava a acessibilidade interna das construções. O valor do indicador é 0,868. A Tabela 1 abaixo identifica a acessibilidade em cada local, e sua respectiva área.

Tabela 1 - Áreas acessíveis e inacessíveis para portadores de necessidades especiais (medição: 1º semestre de 2014)

Local	Acessível	Área (m²)
Departamento de Física	sim	7200
Biblioteca Física	sim	9800
Departamento de Hidráulica	sim	4212
Laboratório de Hidráulica	não	6643
Prédio de Produção	sim	9815
Laboratório - Produção	sim	6300
Rádio(saída - Carlos Botelho)	não	2993
Prédio E1	sim	10250
Portaria Arquitetura	sim	460
Departamento Estrutura	sim	1996
LAMEM	não	836
Estação de Tratamento Esgoto	não	444
Laboratório de Maquetes	sim	776
Galpão de Serviço	sim	516
Centro de Convivência	sim	154
Almoxarifado	sim	496
USP Recicla	sim	55
Entrepasto de Adm e Lab Resíduos Químicos	sim	150
Administração	sim	274
Divisão de Obras	sim	135

Edifícios de Serviços Tercerizados	sim	272
Local	Acessível	Área (m²)
Gráfica EESC e Oficina Mecânica	sim	813
Almoxarifado e Marcenaria	não	1375
Veículos Oficiais (garagem)	sim	750
Convívio Arquitetura	sim	48
PQ	sim	146
Bloco D	sim	1047
Departamento Arquitetura	sim	2392
ICMC 1	sim	898
ICMC 2	sim	772
ICMC 3 e 4	sim	2548
ICMC 5	sim	660
ICMC 6	não	1035
Lanchonete ICMC	sim	55
Gráfica ICMC	não	208
Depósito e Limpeza ICMC	não	243
Bloco C	sim	903
Serviço Social	sim	140
Banco do Brasil e STI	sim	43
Biblioteca EESC	sim	1435
Prédio do aquário e CETEP	sim	991
Pró-aluno	sim	348
Moradia Bloco A	sim	569
Moradia E	sim	641
Moradia D	sim	380
Moradia C	sim	257
Moradia B	sim	255
Depósito SET	sim	99
Laboratório SET	sim	212
Depósito SHS	não	102
Geossintético	sim	263
Geotecnia	sim	779
Matadouro	sim	370
Transportes SET	sim	1369
Laboratório e sala dos prof. IQSC	sim	1701
Biblioteca IQSC	sim	102
Centro de conv. IQSC	não	163
Salas de aula IQSC	sim	554
Laboratório IQSC(junto adm)	sim	225
Adm IQSC	sim	518
Administração IQSC	sim	518
Labs. didáticos IQSC	sim	1297
Eletroquímica	sim	294
Laboratório cromatina	sim	1076
Oficina mecânica IQSC	não	385
Proj. pequeno cidadão	sim	82

Cefer	sim	229
Galpão esportivo	não	171
Local	Acessível	Área (m²)
Piscinas	não	123
Ginásio	sim	1808
Salão de eventos	sim	1195
Pré moldados Pcasc	sim	179
IFSC	sim	6983
Bioengenharia	sim	446
UBAS	sim	787
Lanchonete	não	72
Anfiteatro 2	não	288
Banespa	sim	287
Eng. Materiais	sim	1675
LAMAFE + Laboratório	sim	1239
Laboratório de dinâmica	sim	794
Campo de Futebol	sim	10744
Bandeirão	sim	3672
Sala de aula	não	144
Segurança	sim	184
Sala SEL	sim	900
Passarela	sim	151
Departamento de eletricidade	sim	1007
Departamento mecânica	não	405
Laboratório de eletricidade	sim	533
Mecatrônica + Fórmula	sim	1267
CAD-CAM	não	431
Eng. Mecânica	não	1087
Laboratório de combustão	sim	401
Área Total	130039	
Área Acessível	112890	
Área Inacessível	17148	

C) Qualidade das vias, estacionamentos e calçadas

O objetivo desse indicador é avaliar a qualidade das vias e calçadas por meio de “notas de 0 a 1” relacionado a avaliações individuais dos integrantes do grupo. As notas foram relativas a três aspectos: obstáculos, largura e qualidade das vias e calçadas situadas no Campus 1 da USP. A nota de 0,73 do indicador foi obtida através da média das notas de todos os integrantes do grupo. Os fatores selecionados relacionam-se com a qualidade da mobilidade nas vias e calçadas.

A questão dos obstáculos refere-se à presença de postes, entulho ou construções nas calçadas do campus impedindo a passagem dos usuários. A largura deve permitir a passagem dos diversos veículos que utilizam as vias, inclusive caminhões que eventualmente adentram ao campus para operações de carga e descarga. A largura foi averiguada também a quantidade de espaço necessária para a passagem de forma simultânea de carros e bicicletas. A qualidade tanto das vias quanto calçadas refere-se principalmente a qualidade do pavimento. A avaliação realizada apresenta-se na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Qualidade vias e calçadas (medição: 1º semestre de 2014)

Notas	Largura	Obstáculos	Qualidade	Somatório
Calçadas	0,6	0,7	0,9	2,2
Vias	0,5	0,8	0,9	2,2
			Soma	4,4
			Média	0,73

D) Disponibilidade e qualidade dos bicicletários

Esse indicador determina a qualidade, disponibilidade e localização dos bicicletários dentro do campus. A qualidade é avaliada pela infraestrutura, que é a razão entre a nota atribuída à cobertura e a nota do estado de conservação. A disponibilidade é a razão entre o número de vagas disponível e o número de vagas totais. A avaliação foi feita no período mais crítico do dia, ocorrendo no início da tarde, para se levar em consideração o movimento no local e disponibilidade de vagas nos bicicletários que claramente detém horários de pico para o seu uso. O indicador é calculado pela média dos quesitos e tem o valor de 0,60. As atribuições podem ser verificadas na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Vagas e Qualidade dos bicicletários (medição: 1º semestre de 2014)

	Vagas Totais	Vagas Disponíveis	Disponibilidade(0-1)	Qualidade(0-1)
Transportes	7	6	0,86	0,9
Caaso	10	2	0,20	0,7
Cefer	6	3	0,50	0,6
pto Onibus	24	15	0,63	0,8
Arq	16	7	0,44	0,6
tranportes	7	3	0,43	0,3
geotecnia	15	8	0,53	0,8
E1	8	7	0,88	0,6
produção	17	9	0,53	0,7
Física	16	9	0,56	0,8
Blocod	6	2	0,33	0,5
		Média	0,53	0,66
		Índice	0,60	

A qualidade dos bicicletários foi avaliada pelos integrantes do grupo, de tal forma que a questão da cobertura das vagas e sua integridade foram fatores considerados primordiais. Destaca-se que na área dos transportes, os bicicletários possuem danificações que impedem seu uso, ou no mínimo, seu uso adequado. As localidades com notas entre 0,5 e 0,6 ocorrem em áreas que não existe cobertura para as vagas, mas há adequada integridade do aparato. As notas mais elevadas ocorreram para as áreas que possuem boas condições de uso somadas a cobertura do bicicletário.

E) Vaga para deficientes

O objetivo desse indicador é medir e avaliar a eficiência da adaptabilidade do campus da USP- São Carlos ao artigo 25º da Lei de acessibilidade Decreto lei 5296. Se o número de vagas destinadas a portadores de necessidades especiais para certo estacionamento for maior ou igual a 2% do número de vagas total, o estacionamento é considerado acessível. Fazendo o cálculo para todos os estacionamentos o indicador é 0,74.

Para a determinação do valor do índice foi realizada uma contabilização das vagas para portadores de deficiência em cada área do campus. Utilizando-se a proporção de 2% das vagas totais para deficientes, pode-se encontrar o número de vagas para deficientes que devem existir. Conjuntamente foi feita a avaliação do número de vagas que de fato estão presentes nas áreas.

O índice constitui-se na relação entre o número de vagas existentes para deficientes e o número de vagas que deveriam existir, portanto o índice vai de 0 a 1. No caso do valor "1", indica-se que há cumprimento da percentagem de vagas necessárias. O valor "0" indica que não há vagas para deficientes, enquanto que valores intermediários são indicativos de um número de vagas menor que o necessário. A contagem de vagas por setor da universidade é apresentada na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Vagas para portadores de necessidades especiais (medição: 1º semestre de 2014)

Setor	Número de Vagas	Vagas para Deficientes	Porcentagem (%)	Vagas Necessárias	Relação
Estruturas	132	1	1	3	0,3
Geotecnia	106	0	0	3	0,0
Arquitetura	110	3	3	3	1,0
Adm	97	2	2	2	1,0
Química	89	2	2	2	1,0
Esportes	60	1	2	2	0,5
Campo	133	1	1	3	0,3
Áreas comuns	165	4	2	4	1,0
ICMC	240	6	3	5	1,0
E1	47	1	2	1	1,0
Produção	186	3	2	4	0,8
Física	111	5	5	3,00	1,0
Total	1476	29		35	
Indicador	0,74				

F) Segurança de Acesso ao Campus

Esse indicador mede a sensação de segurança dos frequentadores da USP no trajeto entre suas residências e a entrada preferencial, que utilizam os meios de transporte bicicleta e a pé. Para a coleta dos dados foi produzido um questionário

disponibilizado no grupo do CAASO no Facebook. Esse questionário inclui questões sobre meio de transporte, entradas utilizadas e sensação de insegurança e se encontra na seção Anexos deste relatório.

Para cada entrada da USP foi realizada a média das notas de segurança diurna e noturna separadamente, sendo essas médias transformadas em escala de 0 a 1. A partir do número de respostas de qual entrada é utilizada foi estabelecida uma porcentagem de estudantes por área sendo essas porcentagens usadas para ponderar as médias dos indicadores de segurança diurna e noturna. Além disso, ponderou-se os resultados de acordo com o número de usuários por meio de transporte.

Os cálculos realizados estão representados a seguir:

$$INDICADOR = \frac{x1 + x2}{2}$$

$$x(1 \text{ ou } 2) = \frac{\sum n * m}{\sum n}$$

Sendo que:

n=número de frequentadores que utilizam determinada entrada. Quando estes vão a pé, entram no cálculo do x1 (quando de bicicleta, calculam o x2)

m= média das notas de insegurança para determinada entrada utilizando-se determinado meio de transporte

Os resultados estão na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 - Segurança de acesso ao campus (medição: 1º semestre de 2014)

	A pé	Bicicleta
Física (DIA)	7,875	7,000
Física (NOITE)	3,156	3,500
Média	0,552	0,525
Matemática (DIA)	7,483	7,667
Matemática (NOITE)	3,319	4,000
Média	0,540	0,583
Produção (DIA)	8,686	9,500
Produção (NOITE)	4,857	5,500
Média	0,677	0,750
Arquitetura (DIA)	8,102	8,000
Arquitetura (NOITE)	4,661	2,500
Média	0,638	0,525
X1	0,585	-
X2	-	0,594
Indicador	0,590	

G) Adequação do meio de transporte em função do usuário

O indicador tem a finalidade de mostrar se a escolha do meio de transporte dos integrantes que transitam no Campus I é a mais adequada, levando em consideração à distância em que os entrevistados residem da universidade. Para cálculo do indicador, o grupo utilizou os dados de Amaral (2010). Foi atribuído valor 0,58 ao indicador, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor a escolha do meio de transporte com relação a distância.

Tabela 6 - Usos de transporte adequado (Fonte: Adaptado de Amaral (2010))

	População total (hab)	Porcentagem uso incorreto(%)	População transporte correto (hab)
Docentes	481	23	370
Funcionários	1020	43	581
Alunos Pós-Grad	2266	22	1767
Alunos Grad	4256	54	1958
Total	8023		4677
Índice	0,58		

O índice mostra que 42% da população do campus utiliza o meio de transporte incorreto para chegar ao campus universitário. Indicando que a melhoria da mobilidade tem alto potencial de desenvolver-se a partir do incentivo a correção do meio de transporte empregado pelos usuários da universidade.

H) Indicador de Sustentabilidade

Tal indicador advém da necessidade do transporte e locomoção interna ao campus ocorrerem de forma sustentável, especialmente na esfera ambiental. Os fatores que fazem parte da composição do indicador referem-se a questão de emissões de gás carbônico.

A partir dos mesmos dados utilizados para os cálculos do indicador acima, e das relações entre a massa de CO₂ emitida por cada meio de transporte motorizado em função da distância percorrida e da quantidade de pessoas, é possível se obter a quantidade de CO₂ produzida diariamente pela população do campus. A Tabela 7 abaixo mostra essas relações em função dos meios de transporte.

Tabela 7 - Emissão de CO₂

	Emissão de CO ₂
	(Kg CO ₂ /Pessoa.Km)
Carro	1,18
Ônibus	0,18
Moto	0,6

A partir dos dados de Amaral (2010), que consideram a condição atual de transporte que os estudantes, docentes e funcionários utilizam todos os dias para locomoção de suas residências até o campus, foi calculada a quantidade de CO₂ emitida diariamente pela população do campus.

Com outros dados de Amaral (2010), referentes a correção do meio de transporte que a população do campus deveria adotar para o campus ser sustentável,

foi obtida a quantidade de CO₂ emitida na situação em que todos os habitantes do campus utilizam o meio de transporte viável ambientalmente.

As Tabelas 8 e 9 abaixo mostram a quantidade de CO₂ emitida em função do meio de transporte e dos habitantes do campus, tanto na situação real quanto na ideal definida por Amaral (2010).

Tabela 8 - Situação real do Campus

Realidade				
Emissão de CO ₂ por pessoa por Km - Carros				
	Carro	Ônibus	Moto	
DOCENTES	679	0	49	Kg CO ₂ / Km
FUNCIONÁRIOS	308	8	35	Kg CO ₂ / Km
ALUNOS PÓS	555	17	82	Kg CO ₂ / Km
ALUNOS GRAD	678	92	77	Kg CO ₂ / Km
Soma Total			2580	Kg CO ₂ / Km

Tabela 9 - Situação ideal do Campus

Ideal				
Emissão de CO ₂ por pessoa por Km - Carros				
	Carro	Ônibus	Moto	
DOCENTES	523	0	49	Kg CO ₂ / Km
FUNCIONÁRIOS	176	8	35	Kg CO ₂ / Km
ALUNOS PÓS	433	17	82	Kg CO ₂ / Km
ALUNOS GRAD	312	92	77	Kg CO ₂ / Km
Soma Total			1802	Kg CO ₂ / Km

O indicador de sustentabilidade foi calculado pela divisão da quantidade emitida de CO₂ na situação ideal pela quantidade da situação real. O valor obtido foi de 0,699.

5. Cálculo do Índice de Mobilidade Sustentável

O Índice de Mobilidade Sustentável foi calculado por meio de uma média ponderada, com os pesos de cada categoria que o compõe representadas na Figura 4 . Obteve-se a nota para cada categoria por meio de média aritmética. A equação para cálculo do Índice encontra-se representada abaixo:

Índice de Mobilidade Sustentável

$$= 0,2 * Seg. + 0,15 * Accessi. + 0,2 * Cons. + 0,15 * Inf + 0,3 * Sust.$$

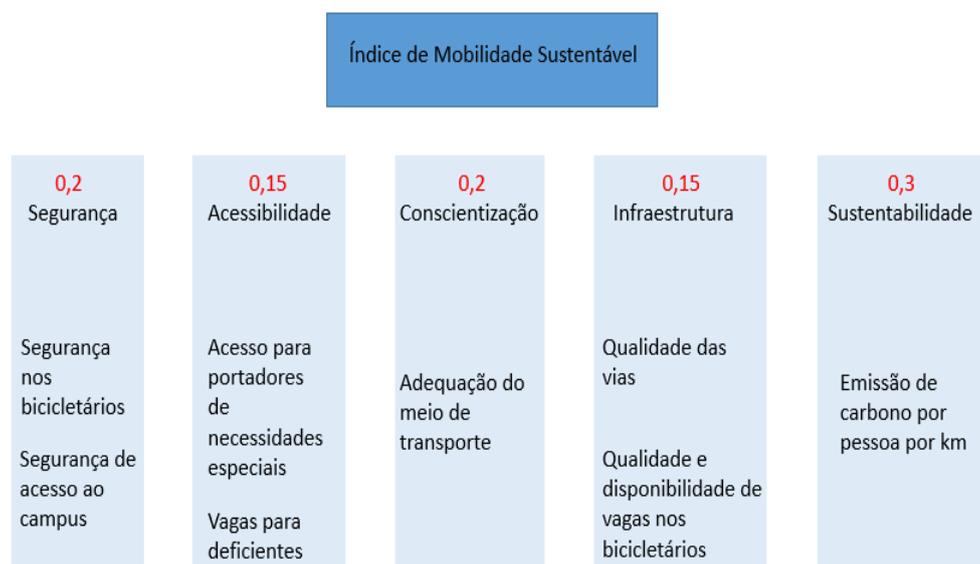


Figure 4 - Pesos Índice de mobilidade sustentável

Os resultados de tais cálculos, assim como o valor final do Índice se encontra na Figura 5:

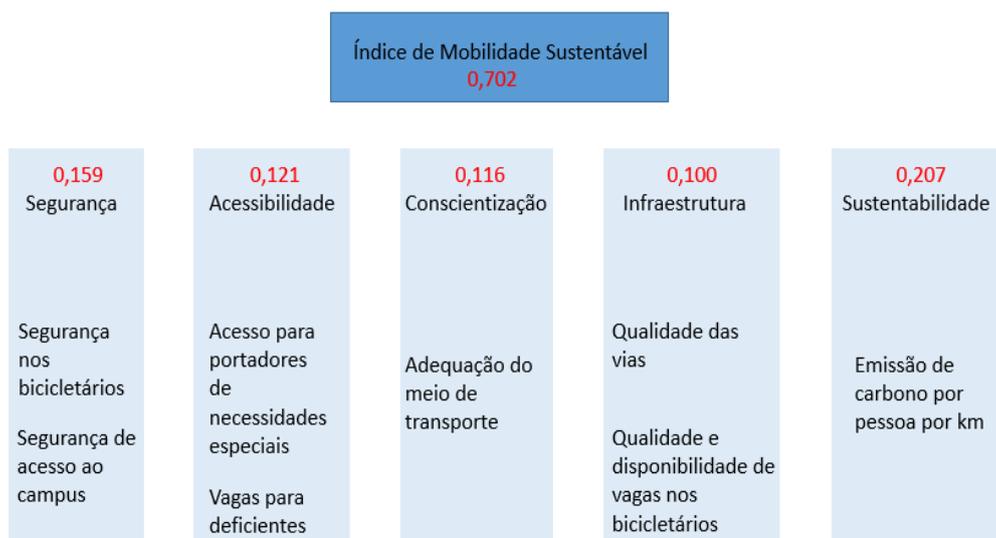


Figure 5 – Índice de mobilidade sustentável

Assim, pode-se constatar que o valor final do Índice que representa a situação atual do campus foi de 0,702. Para melhor compreensão deste resultado, e com a finalidade de se embasar a discussão por meio de comparação, simulou-se um novo valor para o Índice, recalculado após se considerar a implantação de ações visando o desenvolvimento sustentável da área de transportes na USP São Carlos.

6. Propostas para incremento do Índice de Mobilidade Sustentável

Com base nas pesquisas realizadas para os cálculos de cada indicador, constatou-se as principais deficiências entre as categorias que formam o Índice de Mobilidade Sustentável (segurança, acessibilidade, conscientização, infraestrutura e sustentabilidade). Visando sanar tais deficiências, o Grupo propôs uma série de propostas a serem adotadas, de forma com que fosse possível recalculer o valor do Índice e observar o valor deste incremento quantitativamente.

A Tabela 10 organiza as propostas em função do grau de influência de seus atores e ainda as classifica com base no nível de dificuldade de implantação (obtido após discussão interna entre o Grupo e com base em recomendações do professor).

Tabela 10 - Propostas, ações e atores

Propostas	Gov. Municipal	USP	Aluno	Dificuldade
Diminuir o n° de vagas		"+++"		
Melhorar policiamento externo	"+++"	"++"	"+"	
Plano diretor de bicicleta	"+"	"+++"	"+"	
Melhorar iluminação no entorno	"+++"	"++"	"+"	
Cobrar vagas		"+++"		
Abrir mais entradas		"+++"	"+"	
Melhorar qualidade e vagas dos bicicletários		"+++"		
Melhorar qualidade das vias e calçadas		"+++"		
Deixar de terceirizar a segurança		"+++"		
Legenda				
Complicado	Médio	Fácil	Baixa Influência	Alta Influência
			"+"	"+++"

Para a nova simulação do Índice de Mobilidade Sustentável, escolheu-se as propostas com dificuldade de implantação **“fácil”** e **“médio”**. Estas propostas causam impacto direto e indireto nos indicadores trabalhados, e conseqüentemente nas categorias que formam o Índice. A relação com cada categoria do Índice impactada pelas propostas está representada na Tabela 11.

Tabela 11 - Propostas visando a situação atual

	Segurança	Acessibilidade	Conscientização	Infraestrutura	Sustentabilidade
Melhorar iluminação no entorno	x		x		x
Melhorar policiamento externo	x		x		x
Abrir mais entradas			x		x
Melhorar qualidade das vias e calçadas				x	x
Melhorar qualidade e vagas dos bicicletários				x	x

O detalhamento do grau de modificação em cada indicador está representado a seguir.

6.1 Segurança

Realizou-se novo cálculo do índice “Segurança de Acesso ao Campus”. Após a implantação das propostas que visam melhorar a iluminação do entorno da universidade e do policiamento externo, espera-se obter a nota mínima de sensação de segurança diurna e noturna para todas as entradas igual a da obtida hoje pela entrada mais segura (produção). As notas atuais da sensação de segurança para a entrada da Produção estão representadas na Tabela 12:

Tabela 12 - Notas sensação de segurança

	A pé	Bicicleta
Produção (DIA)	8,686	9,500
Produção (NOITE)	4,857	5,500
Média	0,677	0,750

Aplicando estas notas para as outras entradas, e por meio das equações já exemplificadas anteriormente, obtém-se a Tabela 13, com o novo valor do indicador.

Tabela 13 - Simulação do índice de Segurança de acesso ao Campus

	A pé	Bicicleta
Física (DIA)	8,686	9,500
Física (NOITE)	4,800	5,500
Média	0,674	0,750
Matemática (DIA)	8,686	9,500
Matemática (NOITE)	4,800	5,500
Média	0,674	0,750
Produção (DIA)	8,686	9,500
Produção (NOITE)	4,800	5,500
Média	0,674	0,750
Arquitetura (DIA)	8,686	9,500
Arquitetura (NOITE)	4,800	5,500
Média	0,674	0,750
X1	0,674	-
X2	-	0,750
Indicador	0,712	

6.2 Sensibilização

Como evidenciado pela Tabela 11, a proposta “Abrir mais entradas” causa impacto direto no indicador “Adequação do Meio de Transporte”. Além disso, as propostas “Melhorar iluminação no entorno” e “Melhorar policiamento externo” causam impactos indiretos no indicador “Adequação do Meio de Transporte”. Para cálculo do nível de impacto quantitativo neste indicador, partiu-se da observação já feita por AMARAL (2010), de que 23% dos docentes, 43% dos funcionários, 22% dos alunos de pós graduação e 54% dos alunos quem vem hoje de carro poderiam passar a vir a pé ou de bicicleta (AMARAL, 2010). Se destas pessoas que poderiam vir a pé ou de bicicleta, 50% efetivamente adotassem estes meios de transporte, obteríamos um novo valor para o indicador “Adequação do Meio de Transporte”, representado na Tabela 14.

Tabela 14 - Simulação do índice de adequação do meio de transporte

	POPULAÇÃO	MEIO DE TRANSPORTE INCORRETO		POPULAÇÃO TRANSPORTE CORRETO
DOCENTES	481	11,5	%	425,685
FUNCIONÁRIOS	1020	21,5	%	800,7
ALUNOS PÓS	2266	11	%	2016,74
ALUNOS GRAD	4256	27	%	3106,88
SOMA	8023			6350,005
INDICADOR	0,791475			

6.3 Infraestrutura

A proposta “Melhora da Qualidade da Vias e Calçadas” objetivou melhorar a nota atribuída ao item “obstáculos” utilizado no cálculo do indicador. Este campus está frequentemente em obras, e as vias se encontram constantemente obstruídas por estas atividades, como pode ser observado na Figura 6. Com a implantação temporária de vias alternativas quando as principais estão bloqueadas por obstáculos, pode-se aumentar o valor do item “obstáculos” para 1, obtendo-se o novo valor do indicador representado na Tabela 15.

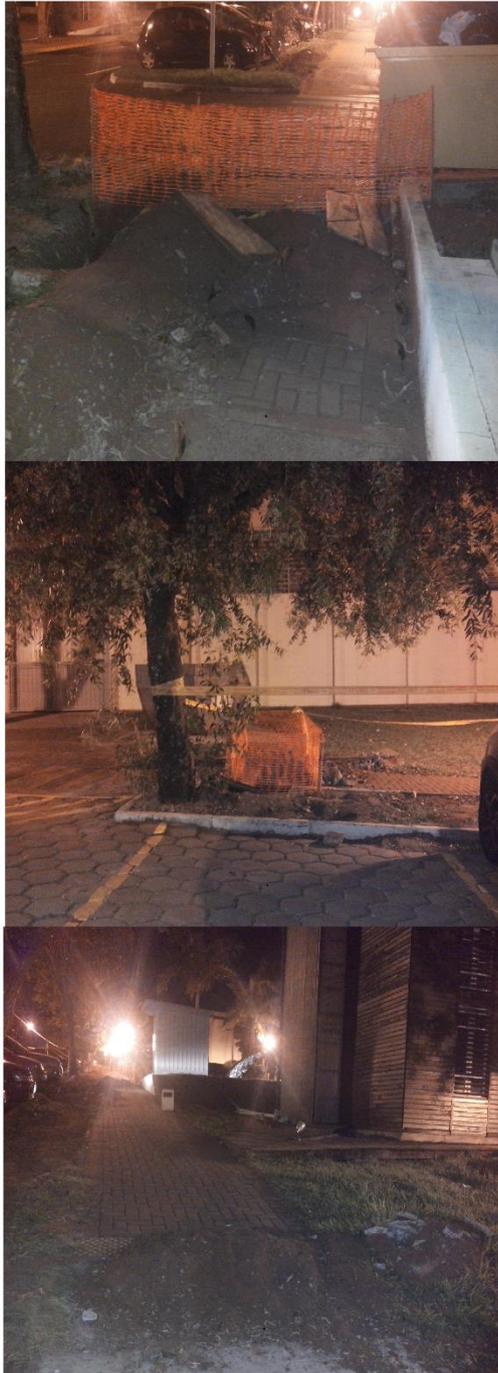


Figure 6 - Estado atual vias e calçadas

Fonte: (Rafael Damiano, 2014)

Tabela 15 - Simulação do índice de qualidade de vias e calçadas

Notas	Largura	Obstáculos	Qualidade	Somatório
Calçadas	0,6	1	0,9	2,5
Vias	0,5	1	0,9	2,4
			Soma	4,9
			Indicador	0,816667

Já a proposta “Melhorar Qualidade e Vaga dos Bicicletários” teve como objetivo analisar o incremento do índice caso a disponibilidade mínima dos bicicletários seja sempre de 50% e sua nota qualitativa mínima de qualidade seja de 0,7, correspondentes ao nível de qualidade dos bicicletários encontrados hoje no prédio da Produção. Com base nas novas simulações, obteve-se a Tabela 16.

Tabela 16 - Simulação do índice de vagas e qualidade dos bicicletários

	Disponibilidade(0-1)	Qualidade(0-1)
Transportes	0,86	0,90
Caaso	0,50	0,70
Cefer	0,50	0,70
Pto Onibus	0,63	0,80
Arq	0,50	0,70
Transportes	0,50	0,70
Geotecnia	0,53	0,80
E1	0,88	0,70
Produção	0,53	0,70
Física	0,56	0,80
Bloco D	0,50	0,70
Média	0,59	0,75
Indicador	0,67	

6.4 Sustentabilidade

Como evidenciado pela Tabela 10, todas as propostas causam impactos diretos ou indiretos no indicador “Sustentabilidade”. Como já observado por AMARAL (2010), 23% dos docentes, 43% dos funcionários, 22% dos alunos de pós graduação e 54% dos alunos quem vem hoje de carro poderiam passar a vir a pé ou de bicicleta (AMARAL,

2010). Se destas pessoas que poderiam vir a pé ou de bicicleta, 50% efetivamente adotassem estes meios de transporte, obteríamos um novo valor para o indicador de sustentabilidade, representado na Tabela 17.

Tabela 17 - Simulação do índice de sustentabilidade

Emissão de CO2 por pessoa por Km				
	Carro	Ônibus	Moto	Unidade
DOCENTES	601	0,00	48,96	Kg CO2/ Km
FUNCIÓNÁRIOS	242	8,14	34,63	Kg CO2/ Km
ALUNOS PÓS	494	17,04	81,58	Kg CO2/ Km
ALUNOS GRAD	495	96,02	76,61	Kg CO2/ Km
Soma Total			2195,20	Kg CO2/ Km
Indicador de Sustentabilidade			0,82	

6.5 Cronograma Ideal

Com o intuito de orientar a implantação das ações recomendadas nos itens acima, elaborou-se uma divisão entre medidas a serem tomadas a **curto, médio e longo** prazo.

Considerando-se que medidas a longo prazo possuem a finalidade fundamental e importante de remodelar e orientar cenários em que se aplicam, optou-se por escolher umas das medidas taxada como de dificuldade alta (mesmo que não abordadas devido a dificuldades de simulação) tendo-se em vista sua grande importância potencial para a área de transportes.

Tabela 18 – Cronograma ideal para implantação das medidas

Cronograma para implantação			
Melhorar policiamento externo		x	
Melhorar e aumentar a quantidade de bicicletários	x		
Melhorar iluminação no entorno		x	
Abrir mais entradas	x		
Melhorar Qualidade das vias e calçadas	x		
Plano diretor de bicicleta			x
	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo

6.6 Simulação do Índice de Mobilidade Sustentável

Com os valores dos indicadores recalculados a partir da previsão de incremento quantitativo após a implantação das propostas, obteve-se também um incremento das categorias que compõem o Índice e, por consequência, do próprio Índice. Estes incrementos e o novo valor final está representado na Figura 7.

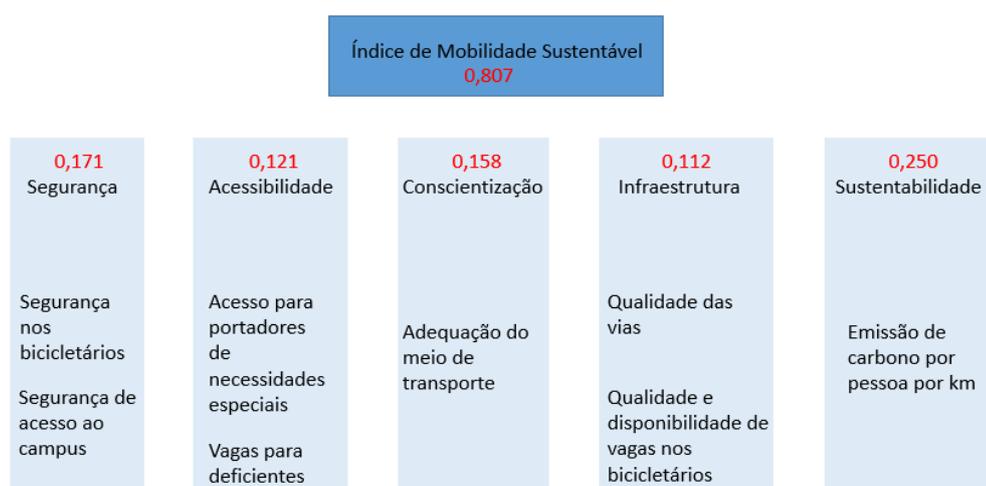


Figure 7 - Novo Índice de mobilidade sustentável

7. Conclusão

Dessa forma, verifica-se que há efetividade no índice no que se refere à avaliação da mobilidade no campus e se esta ocorre de forma sustentável, já que a aplicação do índice para uma situação mais favorável onde foram implementadas medidas de melhoria são facilmente captadas pelo indicador e refletem em aumento significativo do valor deste.

Além disso, a avaliação promovida pelo estudo indica que, de maneira geral a situação atual de mobilidade no campus não é totalmente desfavorável. Visto que, em

escala de 0 a 1 a aferição da situação ficou em 0,702. No entanto, avaliando-se o índice de forma mais específica, observando as partes que o formam, identificam-se setores que detém certa carência. Como, por exemplo, a questão da disponibilidade de bicicletários ao longo do dia no campus, que por vezes é inexistente em horários de pico. A avaliação deste índice foi a mais baixa, resultando em 0,60.

Analisando-se a situação atual da mobilidade com os resultados mostrados no indicador, foram elaboradas as propostas de medidas para a melhoria da qualidade da mobilidade no campus. Foram realizadas propostas com diferentes alcances (curto, médio e longo prazo), e diferentes níveis de dificuldade para a realização, a fim de demonstrar a efetividade das medidas propostas conjuntamente a avaliação da sensibilidade do indicador criado. Foi realizada uma simulação na qual foi assumido que as medidas propostas sejam acatadas e implementadas. A simulação revela melhorias em cada parte do índice, e o resultado do indicador fica em 0,807, indicando considerável melhoria na mobilidade sustentável do campus, revelando a efetividade do índice na avaliação da mobilidade.

Foram identificadas diferentes medidas para a melhoria da mobilidade do campus, e por consequência, no índice de mobilidade. Dentre estas verificam-se medidas de diferenciadas complexidades. As medidas menos complexas, são também caracterizadas como medidas de curto prazo, e podem ser aplicadas com maior antecedência. É o caso das medidas relacionadas à abertura de novas entradas no campus, e a melhoria na qualidade de vias e bicicletários. A longo prazo, identificam-se as medidas de melhoria com cunho político, como a implementação de cobrança para estacionar, além de uma política para a redução de vagas e a não terceirização do sistema de segurança.

8. Referências Bibliográficas

http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/mobilidade_urbana.pdf

PEOLLA PAULA STEIN *Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no campus de São Carlos ds USP.*

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm

AMARAL, RENATA CASTIGLIONI *Análise da Aplicabilidade da Pegada Ecológica em Contextos Universitários: Estudo de Caso no Campus de São Carlos da Universidade de São Paulo*

9. Anexos

O único anexo encontrado é o questionário utilizado na pesquisa sobre sensação de segurança.

Segurança de Acesso ao Campus

Formulário para trabalho da matéria SHS0382 - Sustentabilidade e Gestão Ambiental

* Required

Qual entrada você utiliza normalmente para acessar o campus 1 da USP São Carlos? *

- Física
- Produção
- Matemática
- Arquitetura

Qual meio de transporte você utiliza para acessar o campus? *

- Carro
- A pé
- Ônibus
- Bicicleta
- Moto

No período DIURNO: Em uma escala de 0 à 10, qual nota você atribui a sensação de segurança ao realizar o trajeto de ida e volta ao campus utilizando sua entrada normalmente escolhida? *

0 -> Total sensação de insegurança. 10 -> Total sensação de segurança

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

No período NOTURNO: Em uma escala de 0 à 10, qual nota você atribui a sensação de segurança ao realizar o trajeto de ida e volta ao campus utilizando sua entrada normalmente escolhida? *

0 -> Total sensação de insegurança. 10 -> Total sensação de segurança

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10