

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAIO MURAKI DE SÁ
LILIAN ETIENNE PARADA
LUIS AUGUSTO BERTONI STRENGARI
MARINA SEKI HELLMEISTER

***Smart campus: análise e proposta de aplicação de conceitos inteligentes na
Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”***

São Paulo, 2015

CAIO MURAKI DE SÁ
LILIAN ETIENNE PARADA
LUIS AUGUSTO BERTONI STRENGARI
MARINA SEKI HELLMEISTER

***Smart campus: análise e proposta de aplicação de conceitos inteligentes na
Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”***

Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Área de concentração

Planejamento e Engenharia Urbanos

Orientadora

Profa. Dra. Karin Regina de Casas Castro
Marins

São Paulo, 2015

Catálogo-na-publicação

De Sá, Caio Muraki

Smart campus: análise e proposta de aplicação de conceitos inteligentes na Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” / C. M. De Sá, L. E. Parada, L. A. B. Strengari, M. S. Hellmeister -- São Paulo, 2015.

189 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Bicicletas 2.Cidades Universitárias [São Paulo (SP)] 3.Infraestrutura de Transporte 4.Mobilidade Urbana 5.Tecnologia da Informação I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t. III.Parada, Lilian Etienne IV.Strengari, Luis Augusto Bertoni V.Hellmeister, Marina Seki

Autores DE SÁ, Caio Muraki
PARADA, Lilian Etienne
STRENGARI, Luis Augusto Bertoni
HELLMEISTER, Marina Seki

Título *Smart campus*: análise e proposta de aplicação de conceitos inteligentes na
Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”

Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos à nossa orientadora Professora Doutora Karin Marins por sua disposição, atenção e dedicação durante todo o desenvolvimento do trabalho, sempre nos guiando quanto às direções e compreensão do tema.

Agradecemos também a toda equipe da Prefeitura do Campus e, em especial, o Engenheiro Douglas Costas, que nos apoiou e nos ajudou a realizar este trabalho, estando sempre disponível e prestativo para qualquer ajuda requerida.

Gostaríamos de agradecer, também, aos professores da Universidade de São Paulo, que contribuíram grandemente na construção deste trabalho ao dividirem conosco seus conhecimentos sobre projetos existentes na CUASO.

Agradecimento especial aos nossos familiares, que estiveram sempre presentes nos incentivando e nos dando apoio incondicional, tornando o caminho para vencer os desafios da graduação muito mais tranquilo.

Por fim, agradecemos aos nossos colegas de curso e trabalho, que estiveram conosco não somente nessa etapa final e decisiva, mas que, ao longo de toda a graduação, deram-nos força e suporte.

RESUMO

DE SÁ, C. M.; PARADA, L. E.; STRENGARI, L. A. B.; HELLMEISTER, M. S.; *Smart campus: análise e proposta de aplicação de conceitos inteligentes na Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”*. 2015. Trabalho de formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O crescimento populacional e o aumento do grau de urbanização estão levando as cidades a enfrentar grandes desafios sociais, ambientais e econômicos. O conceito de cidades inteligentes visa mitigar e superar estes desafios através do uso de tecnologias avançadas, como as de informação e comunicação (TIC), e da análise de dados. Com isto, desenvolve-se uma infraestrutura urbana mais interligada e eficiente, garantindo ao cidadão uma melhor qualidade de vida.

Este trabalho objetiva o estudo e a proposição de soluções inteligentes a serem aplicadas no campus da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (CUASO) da Universidade de São Paulo, detalhando-se uma solução de aplicativo para apoio ao uso e operação do sistema de compartilhamento de bicicletas. Inicialmente, foram elaboradas doze aplicações de conceitos inteligentes para o Campus em questão que englobam áreas de estudo como água, energia, resíduos, segurança pública, comunidade, comunicação e mobilidade. Dentre estas, o aplicativo de celular de compartilhamento de bicicletas foi selecionado para detalhamento em nível de anteprojeto e desenvolvimento de uma versão beta inicial, baseando-se, para isso, no método AHP (*Analytic Hierarchy Process* – Processo analítico de hierarquia) de hierarquização multicriterial.

Este aplicativo foi desenvolvido para desempenhar funções-padrão de um aplicativo de apoio ao sistema de compartilhamento de bicicletas, tais como um mapa com a localização das estações de bicicletas, por exemplo, e também funções inovadoras, que otimizariam o processo de compartilhamento. Após uma análise criteriosa, com base na viabilidade técnica, nas necessidades dos usuários, da Universidade e da Prefeitura do campus, foram selecionadas sete principais funcionalidades para serem desenvolvidas: tempo de disponibilidade, forma de retirada da bicicleta e cadastro simplificado, outras informações de interesse dos usuários (informe calórico, quilometragem percorrida, ganhos ambientais e aviso de terminal próximo), conexão com redes sociais e ranking dos usuários, aviso de problemas na bicicleta, pontos de interesse, escolha de rotas e informações sobre o trajeto e pontos de interesse. Estas funções

foram detalhadas, com definição dos objetivos de cada uma, além da identificação dos desafios para sua implementação e efetiva utilização. Foi, também, desenvolvida uma interface gráfica preliminar para o aplicativo segundo essas funções, e feita uma prévia programação, levando-se em conta o que já seria possível fazer, para se ter o layout inicial. Assim, foi obtida uma versão beta do aplicativo disponível em plataforma Android, o qual se pretende disponibilizar como base para situações práticas reais de compartilhamento de bicicletas nos Campi da USP.

A integração do aplicativo proposto com o futuro sistema de compartilhamento de bicicletas ainda requer a resolução de alguns desafios técnicos, como, por exemplo, o desenvolvimento de uma infraestrutura de apoio ao aplicativo (no caso de servidores e base de dados) e o uso de sensores nas estações e bicicletas. No entanto, o desenvolvimento do aplicativo, ainda que em versão beta, já demonstra uma solução inteligente real e aplicável, que exemplifica alguns dos conceitos de cidade inteligente que podem ser aplicados no campus da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” e fica claro que ainda há espaço para o desenvolvimento destes conceitos no campus, como foi visto na identificação das outras soluções que poderiam também ser desenvolvidas.

Palavras-chave: Aplicativo; Bicicletas; Cidades Universitárias [São Paulo (SP)]; Compartilhamento; Infraestrutura de Transporte; Inteligente; Mobilidade Urbana; Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

DE SÁ, C. M.; PARADA, L. E.; STRENGARI, L. A. B.; HELLMEISTER, M. S.; **Smart campus: analysis and proposal of smart ideas applied to the “Armando de Salles Oliveira” campus**. 2015. Trabalho de formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Population growth and urbanization are leading cities to face major social, environmental and economic challenges. The concept of smart cities aims to mitigate and overcome these challenges using advanced technologies such as ICT (Information and Communications Technology) and data analysis. Thereby, an urban infrastructure is developed, more interconnected and efficient, guaranteeing a better quality of life to its citizens.

This work aims the study and the proposition of smart solutions to be applied in the campus of the Cidade Universitária ‘Armando de Salles Oliveira’ (CUASO) of University of São Paulo, detailing a solution of app to support the use and operation of a bike sharing system. Initially, there were elaborated twelve applications of smart concepts to the Campus that encompass study areas such as water, energy, waste, public security, community, communication and mobility. Between those, the mobile app of sharing bikes was selected to be detailed in a preliminary draft level and to have a beta version developed. This selection was made through the AHP method (Analytic Hierarchy Process) of multicriterial ranking.

This app was developed to perform the standard functions of an app to support the bike sharing system, such as a map with the location of bike stations, for example, and also pioneering functions to optimize the sharing process. After a selective analysis, considering the technical viability and the needs of the users, the University and the Campus Prefecture, it was selected seven core functions to be developed: time of availability, ways to rent the bike and a simplified registration, several useful information to users (caloric report, mileage, environmental gains and alerts for close terminals), connection with social networks, users’ ranking, report of problems in the system, choice of routes and route information, points of interest. Those functions were detailed, with the definition of each objective, besides the identification of the challenges to their implantation and effective utilization. Then, the design of the app and of each function were elaborated, and a preliminary version of the app was developed, taking into account what was possible to be made, to get the initial layout. So, a beta version of the app

was obtained, available on Android, to be used as a guide for in real situations of bike sharing in USP campus.

The integration of the proposed app with the future bike sharing system still requires to overcome some technical challenges, such as the development of an infrastructure to support the app (such as servers and database) and the use of sensors on the stations and the bikes. Nevertheless, the development of the app, even in beta version, demonstrates a real and applicable smart solution, that exemplifies some of the concepts of smart city that may be applied on the campus and it makes clear that there is space to the development of those concepts, as it was seen with the identification of other solutions that could be also developed.

Keywords: App; Bike; Campus; Bike Sharing; Infrastructure; Mobility; Smart; Information Technology; Transportation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
OBJETIVO	17
METODOLOGIA.....	18
PARTE I – Embasamento Teórico e Definição de Soluções Inteligentes	21
1. CAPÍTULO I – Contextualização e motivação às ideias inteligentes aplicadas ao planejamento e gestão de cidades.....	21
1.1 Efeitos da globalização e urbanização.....	21
1.2 A cidade inteligente	24
1.3 Estruturação da cidade inteligente.....	28
1.3.1 Responsabilidades e funções.....	28
1.3.2 Tecnologia e infraestrutura	30
1.4 Benefícios e desafios	33
2. CAPÍTULO II – Aplicação de cidades inteligentes.....	38
2.1 Panorama mundial	38
2.1.1. Europa.....	39
2.1.2. Ásia	42
2.1.3. América do Norte.....	44
2.1.4. África	47
2.1.5. América Latina	48
2.2 Campus universitário como experimento inteligente	50
2.3 Dificuldades enfrentadas para a implementação de cidades inteligentes	56
3. CAPÍTULO III – O campus “Armando de Salles Oliveira”	60
3.1 Histórico da Cidade Universitária	60
3.2 Motivação	62
3.3 Programas existentes	62
3.3.1. Programa Campus Sustentável	62

3.3.2.	Projeto Chuva Online.....	63
3.3.3.	Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo – PURA-USP.....	64
3.3.4.	Programa Permanente para Uso Racional de Energia da Universidade de São Paulo (PURE-USP)	67
3.3.5.	Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (PUREFA)	71
3.3.6.	Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo (PUERHE-USP)	75
3.3.7.	ATLAS.....	76
3.3.8.	Poli USP Recicla.....	79
3.3.9.	Plano mestre de iluminação do CUASO.....	83
3.3.10.	Sistema Integrado de Gestão da Infraestrutura Urbana (SIGINURB) na Universidade de São Paulo	85
4.	CAPÍTULO IV – Análise de soluções inteligentes aplicáveis ao campus “Armando de Salles Oliveira”	87
4.1	Categorização do campus inteligente	87
4.2	Soluções selecionadas passíveis de aplicação a CUASO.....	89
4.3	Tabela resumo das soluções	107
	PARTE II – Concepção e Anteprojeto de Solução Prática.....	108
5.	CAPÍTULO V – Hierarquização e seleção da solução	108
5.1	Aplicação do método de hierarquização – AHP.....	108
5.1.1.	Análise de critérios e subcritérios	111
5.1.2.	Conhecimento para Elaboração do Produto.....	111
5.1.3.	Urgência.....	113
5.1.4.	Viabilidade Financeira	114
5.1.5.	Possibilidade de Replicação.....	116
5.1.6.	Grau de Comprometimento	116
5.1.7.	Impactos Sociais e Ambientais	118

5.2	Hierarquização e avaliação final das soluções	120
6.	CAPÍTULO VI – Justificativa da aplicabilidade do aplicativo de compartilhamento de bicicletas	123
6.1	Motivações para a escolha.....	123
6.1.1.	Importância da solução para a USP	123
6.1.2.	Importância da solução para os usuários	126
6.1.3.	Como a solução se encaixa em uma solução inteligente	127
6.2	Exemplos de aplicativos de compartilhamento de bicicletas existentes.....	128
7.	CAPÍTULO VII – Detalhamento do aplicativo de celular para suporte ao compartilhamento de bicicletas na CUASO.....	135
7.1	Detalhamento das principais funcionalidades do aplicativo proposto	137
7.1.1	Tempo de disponibilidade.....	137
7.1.2	Forma de retirada da bicicleta e cadastro simplificado.....	138
7.1.3	Outras informações para usuários – Informe calórico, quilometragem percorrida, ganhos ambientais e aviso de estação próxima	139
7.1.4	Conexão com redes sociais e ranking de usuários	140
7.1.5	Aviso de problemas	141
7.1.6	Escolha de rotas e informações sobre o trajeto.....	142
7.1.7	Pontos de interesse	143
7.2	Conceituação das tecnologias envolvidas.....	143
7.2.1	Beacon	144
7.2.2	GPS	145
7.2.3	NFC.....	145
7.2.4	Código QR	146
8.	CAPÍTULO VIII – Anteprojeto da solução prática	148
8.1	Interfaces do aplicativo.....	149
8.1.1	Nome e Ícone	149
8.1.2	Login	150

8.1.3	Aba lateral.....	152
8.1.4	Mapa – Seleção da estação de origem	153
8.1.5	Mapa – Retirada da bicicleta.....	156
8.1.6	Mapa - Utilizando a bicicleta.....	159
8.1.6.1.	Usuário que informa destino e não ativa GPS	159
8.1.6.2.	Usuário que informa destino e ativa GPS	160
8.1.6.3.	Usuário que não informa destino	161
8.1.7	Histórico – Devolução da bicicleta	162
8.1.8	Perfil.....	164
8.2	Obter e instalar o aplicativo CICLUSP	169
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....		170
ANEXO A.....		172
ANEXO B.....		173
REFERÊNCIAS		180

INTRODUÇÃO

Em âmbito mundial, as cidades vêm se expandindo nos dois últimos séculos, crescendo em tamanho e tornando-se mais complexas em suas relações à medida que a migração às zonas urbanas também cresce aceleradamente. De acordo com o Fundo Populacional das Nações Unidas, até 2030, estima-se que 5 bilhões de pessoas irão viver em zonas urbanas. Com isto, as cidades estão enfrentando uma variedade de riscos, preocupações e problemas (NAM; PARDO, 2011a).

Neste cenário, pouco tem sido feito para transformar o meio urbano em um ambiente eficiente, onde a infraestrutura é capaz de se adequar às transformações da sociedade, e sustentável, proporcionando melhoria na qualidade de vida dos seus cidadãos, proteção ambiental e sustentação econômica. A magnitude da demanda, diferente de qualquer outra já vista, sobre os recursos naturais e a infraestrutura urbana será de tamanha intensidade que o pensamento de ontem não será suficiente para resolver os problemas do amanhã (AOUN, 2015).

Ao mesmo tempo, durante a última década, a evolução e a aplicação da tecnologia ao cotidiano urbano alteraram a forma de interação entre os cidadãos e de comunicação na cidade. Celulares viabilizam, em qualquer momento, o acesso à informação e serviços, de forma que a população se adaptou, mesmo que sem perceber, a um novo modo de vida (DEPARTMENT FOR BUSINESS INNOVATION & SKILLS, 2013).

Assim, a partir da necessidade de uma nova forma de planejar as cidades e da crescente inserção da tecnologia ao cotidiano urbano, surgiram as “ideias inteligentes”. Cidades inteligentes utilizam o poder de redes de comunicação onipresentes, das tecnologias de sensoriamento sem fio e de sistemas inteligentes de gerenciamento e operação de dados para solucionar desafios atuais e futuros das cidades (CLARKE, 2013). A infusão de tecnologia da informação à infraestrutura física aperfeiçoa facilidades e conveniências, aumenta a eficiência, conserva recursos, previne e identifica problemas, corrige-os rapidamente e auxilia na tomada de decisão (KANTER; LITOW, 2009).

Contudo, a difusão de iniciativas inteligentes ainda é dispersa e limitada, com medidas pontuais em locais com diferentes necessidades e deficiências, tornando difícil definir soluções aplicáveis em grandes escalas (NEIROTTI et al., 2014). Além disso, a implementação de ideias inteligentes exige forte liderança, visão e coragem para encarar uma longa jornada de várias

etapas, projetos e iniciativas que precisam ser coletivamente analisados. Líderes precisam inspirar uma visão compartilhada e um engajamento holístico, garantindo que ninguém seja excluído deste processo (AOUN, 2015).

Dessa forma, baseando-se nas dificuldades que a maioria das cidades vêm apresentando para o desenvolvimento de processos inteligentes aplicados à escala urbana, algumas iniciativas em menores escalas vêm servindo como exemplo. Projetos de bairros, campus universitários e até ruas inteligentes estão propagando os benefícios das ideias e, assim, servindo como protótipos para que cidadãos, administradores públicos e investidores privados experimentem suas vantagens e utilidades.

Tendo isso em mente, surge a motivação do desenvolvimento de ideias inteligentes na Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (CUASO). Além de oferecerem diversos benefícios aos estudantes e funcionários do campus, a implementação de soluções inteligentes serviria como uma experimentação e estímulo ao surgimento de mais iniciativas não só para o próprio campus, mas como também para a cidade de São Paulo. Esta usufruiria da experiência e dos conhecimentos adquiridos para desenvolver soluções em maiores escalas, impactando cada vez mais cidadãos.

Pensando em maximizar o impacto do projeto, e fazer com que este não ficasse apenas no mundo teórico e viesse para o prático, optou-se pelo estudo de desenvolvimento de uma ideia inteligente na CUASO, que pudesse ser viabilizada em curto ou médio prazos. Para que fosse possível a escolha da solução com maior viabilidade e impacto, as variadas soluções foram analisadas em diversos critérios, que vão desde ponderar a viabilidade financeira até refletir quais seriam os impactos ambientais e sociais. A solução escolhida é então detalhada em diversos níveis com o objetivo de que ela possa futuramente ser aplicada efetivamente na CUASO, acrescentando valor para a Cidade Universitária e, em longo prazo, possa então ser também aplicada fora do Campus.

Este relatório é dividido em duas partes. Na parte inicial, tem-se uma contextualização a respeito dos conceitos de cidade inteligente no capítulo I, seguida por exemplos existentes ao redor do mundo no capítulo II e ações que já são praticadas no campus da Cidade Universitária no capítulo III. O último capítulo desta primeira parte detalha doze possíveis ideias de soluções inteligentes a serem aplicadas no campus. Na segunda parte do relatório, há a escolha de uma das doze soluções, com base no método do AHP (*Analytic Hierarchy Process* – Processo analítico de hierarquia) de hierarquização multicriterial no capítulo V. A solução escolhida foi

o aplicativo para suporte ao sistema de compartilhamento de bicicletas e o capítulo VI é dedicado ao embasamento e justificativa desta escolha. O capítulo VII trata do detalhamento do aplicativo, com apresentação das funções que serão desenvolvidas. Finalmente, o último capítulo apresenta o anteprojeto da versão beta do aplicativo.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivos principais o estudo de soluções inteligentes a serem aplicadas no campus da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (CUASO), e o desenvolvimento de uma solução – um aplicativo de apoio ao sistema de compartilhamento de bicicletas.

Como objetivos específicos, buscou-se primeiramente um estudo de conceitos de cidade inteligente com base na teoria e em exemplos reais de implantação dos conceitos, e uma análise do panorama do campus, observando-se as oportunidades de aplicação das soluções e as práticas já realizadas, de forma a se estabelecer o cenário atual da Cidade Universitária, permitindo o diagnóstico de carências ou pontos de melhoria em sua infraestrutura.

Finalmente, foi desenvolvida uma proposta detalhada de uma das soluções em nível de anteprojeto, considerando tanto as necessidades do campus como as características particulares de cada uma das soluções. Ao escolher um aplicativo de suporte ao futuro sistema de compartilhamento de bicicletas a ser implantado no campus como solução, surgiu uma necessidade de não apenas elaborar suas funcionalidades básicas, mas também desenvolver, na medida do possível, um protótipo funcional que possa servir como base para futuras aplicações práticas no campus.

METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi feito em duas partes. No primeiro semestre, o foco foi a compreensão de conceitos de cidade inteligente e a aplicabilidade destes conceitos no campus da Cidade Universitária. Assim, neste primeiro momento, foram realizadas pesquisas conceituais sobre o tema e pesquisas para conhecer o que já é implantado no campus, com o desenvolvimento de possíveis soluções inteligentes aplicáveis. Já no segundo semestre, o foco foi a aplicação dos conceitos analisados de forma prática, focando em uma solução, no caso o aplicativo de compartilhamento de bicicletas. Foram, então, escolhidas as funções que seriam desenvolvidas no aplicativo.

O trabalho foi realizado de acordo com o cronograma a seguir:

Cronograma	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Revisão bibliográfica									
Definição de conceitos									
Exemplos de cidades e campi									
Diagnóstico do campus									
Definição de soluções									
Conclusão da 1ª etapa									
Escolha da solução									
Justificativa da escolha									
Escolha das funções									
Lógica do aplicativo									
Desenvolvimento das funções									
Design do aplicativo									
Programação do aplicativo									

Figura 1 - Cronograma adotado ao longo do ano

As principais atividades desenvolvidas abrangeram:

- **Definição do conceito de cidade inteligente**

Por se tratar de um conceito muito amplo e recente, escolheu-se, primeiramente, entender e o que caracteriza uma cidade inteligente, baseando-se em artigos e pesquisas tanto nacionais como internacionais. Ao adquirir um conhecimento mais detalhado sobre o conceito, foi possível defini-lo e utilizar esta definição para o posterior desenvolvimento do estudo.

- **Exemplos de Cidades e Campi Inteligentes**

Atualmente, há diversos experimentos e aplicações de soluções inteligente tanto em cidades como em universidades ao redor do mundo. Pesquisar sobre estes exemplos proporcionou uma visão mais prática do conceito de cidade inteligente, como os benefícios e as possíveis dificuldades de se implementar soluções desse tipo.

- **Diagnóstico de ações existentes na CUASO**

Para entender as necessidades da CUASO, foi necessário entender programas e projetos já existentes dentro da comunidade da USP. As pesquisas foram feitas com base em teses, artigos, materiais de divulgação e reuniões com os principais responsáveis pelos projetos ou programas, possibilitando um maior conhecimento das ações praticadas na USP, suas histórias, objetivos e resultados.

- **Definição de soluções e ideias aplicáveis ao campus**

Enfim, foram definidas soluções que possam ser aplicáveis ao campus, trazendo benefícios à comunidade da USP. Essas soluções foram decididas com base de exemplos em campi e cidades ao redor do mundo e nos programas já existentes na CUASO. Foram priorizadas as soluções que trouxessem um impacto maior para a Universidade, mas que também fossem alcançáveis, suportando essas justificativas com exemplos de casos reais.

- **Escolha e justificativa da solução**

Para definir qual das soluções obtidas seria desenvolvida, foi utilizado o método AHP (*Analytic Hierarchy Process* – Processo analítico de hierarquia), de hierarquização multicriterial, levando em conta os benefícios e desvantagens de cada solução. Ao ter a decisão, foi feita uma reanálise da solução, para entender como ela entraria no escopo do trabalho e da Engenharia Civil.

- **Escolha das principais funções**

Uma vez que foi estabelecido o desenvolvimento do aplicativo, pensou-se em como torná-lo ainda mais funcional. Para isto, foram pensadas em diversas funcionalidades que poderiam ser aplicadas. Levando em conta a viabilidade e a relevância de cada função, foram selecionadas algumas para serem de fato implementadas.

- **Lógica do aplicativo**

Passou-se então a focar em como desenvolver o aplicativo e as funções escolhidas, analisando quais dados seriam necessários, quais dados deveriam ser obtidos, como deveria ser a lógica funcional.

- **Desenvolvimento**

Os meses finais foram dedicados ao desenvolvimento do aplicativo: as soluções escolhidas foram detalhadas e trabalhou-se no design e programação.

PARTE I – Embasamento Teórico e Definição de Soluções Inteligentes

1. CAPÍTULO I – Contextualização e motivação às ideias inteligentes aplicadas ao planejamento e gestão de cidades

As ideias inteligentes ainda são recentes no Brasil, contando com poucas empresas e instituições acadêmicas para divulgar ou financiar projetos na área. Por outro lado, em alguns lugares do mundo, estas ideias já se concretizaram e têm gerado ganhos irrefutáveis. Na escala cidade, diversos são os exemplos: Barcelona, Chicago e Estocolmo já contam com sistemas de infraestrutura integrados, seja em termos de mobilidade, saneamento, energia, comunicação, segurança pública ou habitação.

Contudo, na escala de cidade universitária, o número de exemplos é ínfimo. Partindo-se dos potenciais que cidades universitárias têm para servir de laboratório para aplicação de conceitos inovadores em grande escala, o desenvolvimento de um campus inteligente se mostra uma grande oportunidade para alertar as cidades sobre os benefícios intrínsecos a esta nova forma de pensar e planejar.

Assim, para a elaboração de soluções inteligentes ao campus, precisa-se compreender o que é o conceito "inteligente", quais foram as motivações para seu aparecimento e as reais melhorias e desafios associados ao seu emprego.

1.1 Efeitos da globalização e urbanização

Há uma forte relação entre o desenvolvimento do cenário urbano com a crescente migração das pessoas para as cidades e, conseqüentemente, o surgimento das ideias inteligentes. Atualmente, metade da população mundial vive no meio urbano (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Nos próximos 30 anos, as cidades contarão com 90% do crescimento populacional global, 80% da riqueza produzida, 80% das emissões de CO₂ e 60% do consumo de energia. Apenas na China, 300 milhões de pessoas irão se mudar para cidades nos próximos 15 anos, tornando-se necessária a criação do que é equivalente a toda a infraestrutura existente em todos os Estados Unidos para suportar essa migração (LARSON et al., 2015). A Figura 2 ilustra os efeitos da urbanização, em escala mundial, ao longo do tempo.

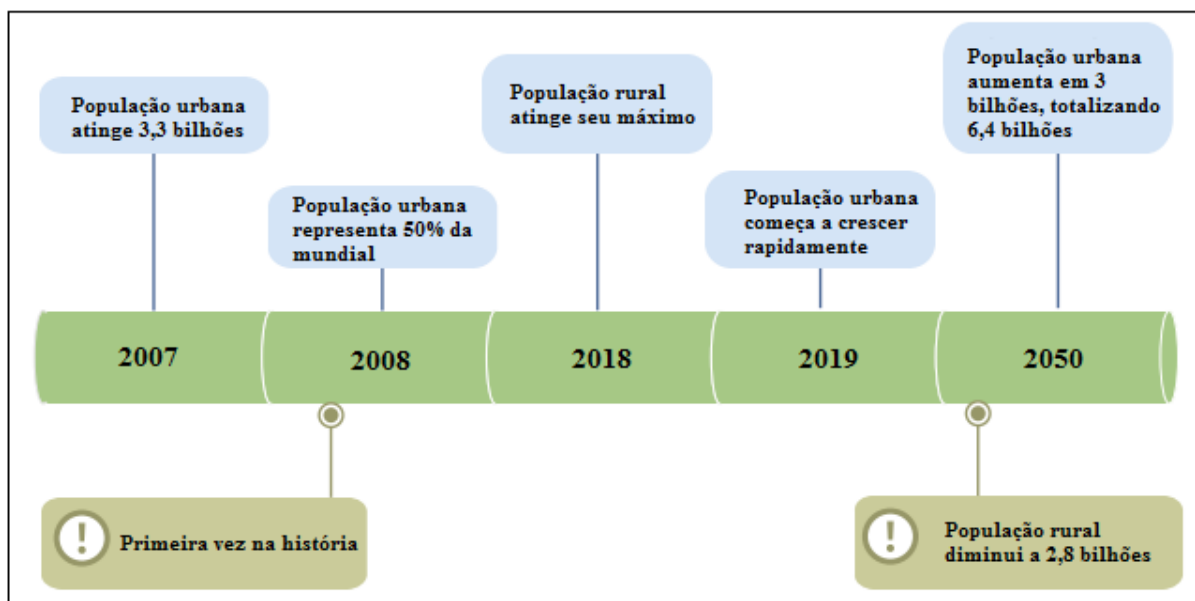


Figura 2 - Urbanização mundial

Fonte: *Helping CIOs Understand 'Smart City' Initiatives* (adaptado de WASHBURN; SINDHU, 2010).

Segundo o Fundo Populacional das Nações Unidas¹ (2015 apud NAM; PARDO, 2011b), essa projeção de mudança do meio rural para o urbano irá se manter, pelo menos, pelas próximas duas décadas. Esta tendência acontece, principalmente, devido aos benefícios inerentes às cidades, como fácil acesso a hospitais, postos de saúde, escolas, oferta de emprego e serviços, acesso à tecnologia, entre outros. Contudo, pouco se considera sobre os problemas gerados pela desordem intrínseca a complexas congregações de pessoas, como dificuldade de prover saneamento básico a todos, gestão dos resíduos, poluição sonora e do ar, tráfego, congestionamentos, entre outros problemas relacionados à infraestrutura deteriorada e mal gerenciada.

Em boa parte do mundo, a infraestrutura existente está próxima ou já passou de sua vida útil, necessitando de renovação urgentemente. Há, no entanto, diferentes cenários urbanos que precisam ser considerados. Enquanto a maioria das cidades africanas está focando ainda no desenvolvimento do básico, cidades chinesas precisam rapidamente se expandir para absorver o crescimento populacional e cidades europeias buscam desenvolver inovação para a melhoria do que é existente (SCHNEIDER ELECTRIC, 2013). Nos países subdesenvolvidos, em geral, há necessidade não só de renovação, mas também a instalação de infraestrutura onde há demanda em áreas ainda não atendidas.

¹ UNITED NATIONS POPULATION FUND. **Population matters – Urbanization**. Disponível em: <<http://www.unfpa.org>>

Em 2013, por exemplo, a *American Society of Civil Engineers* avaliou a infraestrutura existente nos Estados Unidos com a nota 6 em um total de 10 (SMART CITIES COUNCIL, 2013). No Brasil, entre julho de 2001 e fevereiro de 2002, ocorreu a “crise do apagão” que, devido à falta de planejamento e investimentos em geração de energia e eficiência energética, milhares de famílias tiveram o fornecimento de energia elétrica interrompido por meio de cortes forçados. Em 2012, um apagão na Índia, por sua vez, deixou mais de 600 milhões de pessoas sem eletricidade por dois dias consecutivos. Segundo a empresa de consultoria empresarial “McKinsey & Company”, devido à falta de capacidade de suprir a demanda no sistema de geração de energia na Índia, será necessário um investimento anual de 20 trilhões de dólares até 2025, o equivalente ao dobro do atual (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Tendo em vista as diferenças de infraestrutura entre cidades ao redor mundo, a globalização se torna outro fator essencial para a análise das diferentes necessidades de adaptação dessas áreas à crescente urbanização.

Por outro lado, cada vez mais as cidades estão se esforçando para aumentar sua competitividade frente à concorrência mundial. A atratividade quanto ao que se tem a oferecer faz com que valiosos investimentos e recursos humanos sejam atraídos ou repelidos. Nesse sentido, conforme analisa a multinacional Schneider Electric em “*Urban Efficiency as the Cornerstone of Attractive Cities*”, o principal diferencial nesta competição tem sido a eficiência (SCHNEIDER ELECTRIC, 2013). Ao utilizarem tecnologia, análise remota de dados, interação com o usuário e integração entre serviços, muitas cidades têm impulsionado significativamente sua atratividade. A qualidade de vida é melhor, as ruas são mais seguras, serviços públicos são otimizados e recursos naturais são utilizados de maneira consciente. Dessa forma, cidades eficientes contribuem para a construção de comunidades sustentáveis.

Pelo fato de “sustentabilidade” se tratar de um termo abrangente e de grande relevância para o desenvolvimento deste trabalho, pois, como ainda será detalhado, um dos principais objetivos de uma cidade e campus inteligente é a busca por um meio urbano sustentável, definir conceitualmente o termo é um fator chave.

De maneira geral, as definições encontradas para “sustentabilidade” procuram integrar viabilidade econômica com prudência ecológica e justiça social, nas três dimensões conhecidas como *Tripple Bottom Line* (ALMEIDA, 2002; MOURA, 2002). Nesse sentido, implica-se que é preciso redefinir possibilidades de crescimento e desenvolvimento, delineando-se um conjunto de iniciativas que levem em conta a existência de interlocutores e participantes sociais

relevantes e ativos, por meio de práticas educativas e de um processo de diálogo informado. Isto também implica que uma política de desenvolvimento, para uma sociedade que almeja ser sustentável, não pode ignorar nem as dimensões culturais, nem as relações de poder existentes, muito menos o reconhecimento das limitações ecológicas, sob pena de apenas manter um padrão predatório de desenvolvimento (JACOBI, 2003).

Assim, baseando-se na evolução atual da sociedade e no panorama em que as cidades se encontram frente ao desenvolvimento sustentável, cresce a necessidade de se compreender como as cidades funcionam. Necessita-se pensar em novas estratégias de intervenção na escala da cidade levando-se em conta formas mais eficientes de planejamento e organização, como também avanços e ferramentas inerentes aos tempos atuais, como a tecnologia da informação e o compartilhamento de dados. Neste contexto, surge o conceito inteligente.

1.2 A cidade inteligente

Graças à crescente inclusão da tecnologia na sociedade, o conceito inteligente tem ganhado destaque ao se discutir sobre a interação entre as pessoas e os sistemas urbanos. As necessidades de adaptação do cenário atual vêm exigindo que administração pública, cidadãos e interesses privados tenham que se integrar e compartilhar objetivos para a obtenção de um bem-estar coletivo e, assim, um meio urbano mais eficiente e profícuo.

Contudo, as cidades, por sua vez, não foram desenvolvidas, na sua grande maioria, com base em ações integradas envolvendo os diversos segmentos públicos, o que causa falhas e perdas no compartilhamento de informações e conhecimento, prejudicando a eficiência do sistema e, conseqüentemente, custos e tempos maiores.

Com isso, visando esta nova forma de planejar e integrar, por volta do início do século XXI surgiram as primeiras ideias sobre a “cidade inteligente”. Por se tratar de um conceito recente e amplo, defini-lo ainda é delicado. O termo é utilizado ao redor do mundo com diferentes nomenclaturas, contextos e significados (NAM; PARDO, 2011b). A seguinte tabela cita algumas das variadas definições atualmente utilizadas para conceituar “cidade inteligente”.

Tabela 1 – Definições de cidade inteligente

	Referência	Definição
I	GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., PICHLER-MILANOVIC, N., & MEIJERS, E. (2007)	“Uma cidade que está preparada para se adaptar a mudanças na economia, relação entre seus cidadãos, administração, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida; sendo construída por meio da combinação de participação e interação de usuários conscientes e independentes”
II	HALL, R. E. (2000)	“Uma cidade que monitora e integra as condições de toda sua infraestrutura crítica (rodovias, pontes, túneis, trens, aeroportos, portos, água, energia, comunicação e prédios), conseguindo, assim, otimizar seus recursos, planejar sua administração e prover segurança enquanto aperfeiçoa os serviços aos seus cidadãos”
III	HARRISON, C., ECKMAN, B., HAMILTON, R., HARTSWICK, P., KALAGNANAM, J., PARASZCZAK, J., & WILLIAMS, P. (2010)	“Uma cidade que conecta sua infraestrutura física, social, econômica e seu sistema de tecnologia da informação de forma a potencializar uma inteligência coletiva da cidade”
IV	WASHBURN, D., SINDHU, U., BALAOURAS, S., DINES, R. A., HAYES, N. M., & NELSON, L. E. (2010)	“Utilização de tecnologias da computação para tornar componentes e serviços da infraestrutura urbana crítica (administração, educação, saúde, segurança pública, transporte e habitação) mais inteligentes, interligados e eficientes”

Fonte: Adaptado de *Understanding Smart Cities: An Integrative Framework* (CHOURABI, H. et al., 2012), tradução nossa.

Conforme apresentado, pode-se perceber algumas variações quanto ao pensamento, à forma de aplicação e aos resultados esperados de uma cidade inteligente. Em “I”, define-se que a cidade inteligente é aquela que está preparada e adaptável, ou seja, flexível, resiliente, maleável e com capacidade de pensamento estratégico de auto decisão frente a problemas ou situações de mudança. Em “II” e “IV”, o foco se dá na utilização de ferramentas computacionais e de monitoramento atreladas à infraestrutura física da cidade, de modo a utilizar as informações coletadas para retroalimentar e aperfeiçoar seu funcionamento. Já em “III”, a relação da infraestrutura física com os usuários, administradores e investidores é que caracteriza a cidade inteligente. A forma com que os entes interagem é que torna o meio mais inteligente de maneira coletiva, seja em termos de participação em decisões ou compreensão do que acontece na cidade.

O *Smart Cities Council*, principal conselho internacional formado por governos e empresas que promovem, vinculam e desenvolvem ideias inteligentes, define, por sua vez, cidade inteligente

como a que utiliza tecnologia da informação e da comunicação para melhorar sua habitabilidade, funcionalidade e sustentabilidade (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Para isto, empregam-se três passos essenciais: coleta de dados, comunicação e retroanálise. A figura seguinte ilustra o processo.



Figura 3 - O “processo inteligente”
Fonte: Elaboração própria.

A etapa de coleta de dados é feita por meio de equipamentos que são logicamente locados pela cidade para medir, coletar e monitorar as condições do ambiente urbano. Dessa forma, a cidade sabe mais sobre si própria e sobre seus usuários (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Por exemplo, sensores instalados em tubulações de água e esgoto indicam o consumo, horas de pico e a presença de vazamentos; sinais de GPS indicam a localização dos ônibus, a presença de congestionamentos ou acidentes; dados coletados dos celulares dos usuários por meio de *bluetooth* e acesso a redes *wi-fi* demonstram padrões de consumo e ocupação. Não é mais necessário imaginar se há tráfego intenso em certas regiões ou se há um vazamento na rede pública causando perdas antes não facilmente localizadas, pois a cidade terá as informações objetivas para afirmar o que está acontecendo em tempo real.

Uma vez que estas informações necessárias estão disponíveis, deve-se pensar na melhor forma de torna-las úteis, compreensíveis e direcioná-las àqueles interessados. Para isso, utiliza-se de meios de comunicação sem cabos, como plataformas e páginas na internet, aplicativos de celular e redes sociais; e meios físicos, cabeados, como painéis eletrônicos e totens eletrônicos de informação e sinalização digital.

Como etapa final deste processo é feita a retroanálise, que busca analisar os dados captados, a forma em que foram apresentados e aperfeiçoar o sistema e suas operações. Esta etapa origina do conceito de “*Big Data*”, que procura compilar a inteligência de dados e traduzi-la em benefícios ao sistema e aprimoramentos na tomada de decisão (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012). Em termos das cidades inteligentes, seguindo o conceito do *Smart City Council*, existem três maneiras de realizar esta etapa “*Big Data*”: apresentar, aperfeiçoar e/ou prognosticar (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

“Apresentar” significa, apenas, retornar a informação aos usuários sobre o que está acontecendo em tempo real na cidade de uma forma compreensível. Assim, não há análise e compilação do que está acontecendo, os dados são apenas exibidos. Um exemplo disso são os sensores de consumo de água acoplados a tubulações, pois apenas se repassa a informação, cabendo ao usuário interpretá-la. Outro exemplo são informações captadas sobre tráfego e congestionamentos para melhorar a eficiência de um sistema de ambulâncias, cabendo a um centro de controle analisar os dados apresentados.

“Aperfeiçoar”, por sua vez, utiliza a capacidade de computadores para otimizar operações em sistemas complexos. Por exemplo, balanceando oferta e demanda de energia elétrica em uma rede; sincronizando semáforos para minimizar congestionamentos; selecionando rotas ideais para minimizar tempo e combustível de frotas de distribuição; ou otimizando consumo energético de um arranha-céu buscando o máximo de conforto ao mínimo custo (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Assim, com o auxílio de modelos matemáticos e análises executadas pelo próprio computador dos dados captados, em tempo real, obtém-se uma maior eficiência no sistema.

Por fim, em “prognosticar”, como a própria palavra indica, utiliza-se de dados para prever situações futuras, por exemplo, trechos críticos de congestionamento, vida útil de um sistema de ar condicionado ou eventos extremos como enchentes e furacões. Abrange o tratamento de dados mais complexo na etapa de retroanálise; contudo, seus resultados são os mais profícuos. Em Cingapura, por exemplo, há um centro de controle de tráfego para minimizar efeitos de congestionamentos antes mesmo que estes aconteçam (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Portanto, pôde-se definir o conceito e o processo que tornam uma cidade inteligente. Porém, para completo entendimento de seu funcionamento, faz-se necessário compreender sua estruturação e os elementos que compõem este complexo sistema.

1.3 Estruturação da cidade inteligente

1.3.1 Responsabilidades e funções

Na tentativa de tornar compreensível o que compõe uma cidade inteligente, utiliza-se usualmente de uma categorização relacionada aos serviços e infraestrutura que são essenciais para seu funcionamento, ou seja, críticos ao bem-estar geral. Residências precisam ter água, escritórios precisam de energia, lixo precisa ser coletado, crianças precisam ir à escola, cidadãos precisam de segurança, entre outros (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Não se cria necessariamente departamentos ou funções novas na cidade inteligente, pois é a integração entre as unidades administrativas e as atividades, e a forma com que são concebidos e operados os sistemas, que a diferencia das cidades tradicionais.

Assim, baseando-se na classificação da “*Forrester Research*”, empresa especializada no impacto de tecnologias existentes e em potencial, na sua publicação “*Helping CIOs Understand ‘Smart City’ Initiatives*” (WASHBURN; SINDHU, 2010), categoriza-se as responsabilidades e funções da cidade inteligente da seguinte forma (vide Figura 4):

- **Utilidades:** em termos de energia e água, por exemplo, a cidade inteligente deve garantir a disponibilidade dos recursos, quando requeridos, e evitar desperdícios, perdas e falhas; para isto, procura utilizar sistemas eficientes que otimizem a produção, distribuição e consumo, como redes elétricas interligadas a sensores que monitoram consumo em tempo real, horas de pico, defeitos em cabeamento e automatizam o funcionamento das instalações prediais. Além disso, disponibilizam as informações de consumo remoto aos usuários, induzindo uma conscientização quanto a desperdícios;
- **Educação:** ao introduzir tecnologia ao sistema de educação, cidades inteligentes ampliam o acesso, melhoram a qualidade e diminuem os custos. O uso de plataformas na internet para a educação ampliam os recursos para estudo, geram uma maior colaboração entre alunos e professores e diminuem a necessidade de locomoção à escola para aulas de reforço, por exemplo, reduzindo tempo de deslocamento e melhorando a qualidade de vida. O acesso facilitado à informação elimina barreiras de colaboração entre universidades, professores e alunos, em ampla escala geográfica;
- **Saúde:** tecnologia e análise de dados podem tornar o sistema de saúde mais acessível, menos saturado e com atendimentos mais eficientes e eficazes. Os dados dos pacientes

podem ser armazenados eletronicamente em uma base de acesso público, otimizando o atendimento diagnóstico com histórico e características do paciente; com a integração entre hospitais, por exemplo, sabe-se a disponibilidade de vagas, remédios, equipamentos, profissionais, entre outros;

- **Mobilidade:** oferecer alternativas de transporte público mais rápidas e convenientes já é uma das prioridades da maioria das cidades existentes para reduzir congestionamentos, impactos ambientais e econômicos; porém, as soluções atuais geralmente são caras e exigem tempo. Por meio de tecnologias computacionais integradas às alternativas de transporte, a cidade inteligente consegue obter uma espécie de “custo generalizado” que auxilia os cidadãos a escolher a melhor alternativa, comparando, por exemplo, o tempo em congestionamento, emissão de poluentes, pedágios a pagar e a distância a percorrer entre as melhores opções;
- **Administração pública:** a interação entre governo, cidadãos e negócios é o ponto chave para garantir a eficiência da administração pública. Ao se aprimorar a comunicação e a colaboração dos usuários por meio de páginas na internet ou aplicativos de reporte de ocorrências, o poder público tem acesso remoto ao que acontece na cidade e, assim, toma decisões mais rápidas. Além disso, à medida que o governo disponibiliza informações de gestão em rede aberta, como gastos, orçamentos e cobranças de impostos, há uma maior transparência e confiança para com seus cidadãos e empresas;
- **Habitação e comércio:** práticas inteligentes aplicadas a prédios habitacionais e comerciais fazem com que custos operacionais diminuam, taxas de ocupação aumentem e que os imóveis se valorizem. Pode-se utilizar sensores para o monitoramento de seu funcionamento, incluindo consumo de energia e água, geração de resíduos, controle de segurança, funcionamento de ar condicionado e iluminação, dentre outros. Este monitoramento é feito por meio de uma central de controle dentro do próprio estabelecimento;
- **Segurança pública:** assim como na administração pública, o acesso a informações em tempo real sobre o que acontece na cidade gera reações mais rápidas em casos de emergências ou ameaças, como furtos, acidentes de trânsito ou incêndios. Neste caso, o compartilhamento de informações possibilita direcionar os encargos diretamente aos responsáveis por resolvê-los. Outra forma de aplicação inteligente é a utilização de uma base de dados de ocorrências georreferenciadas para a identificação das regiões com maior incidência de crimes.

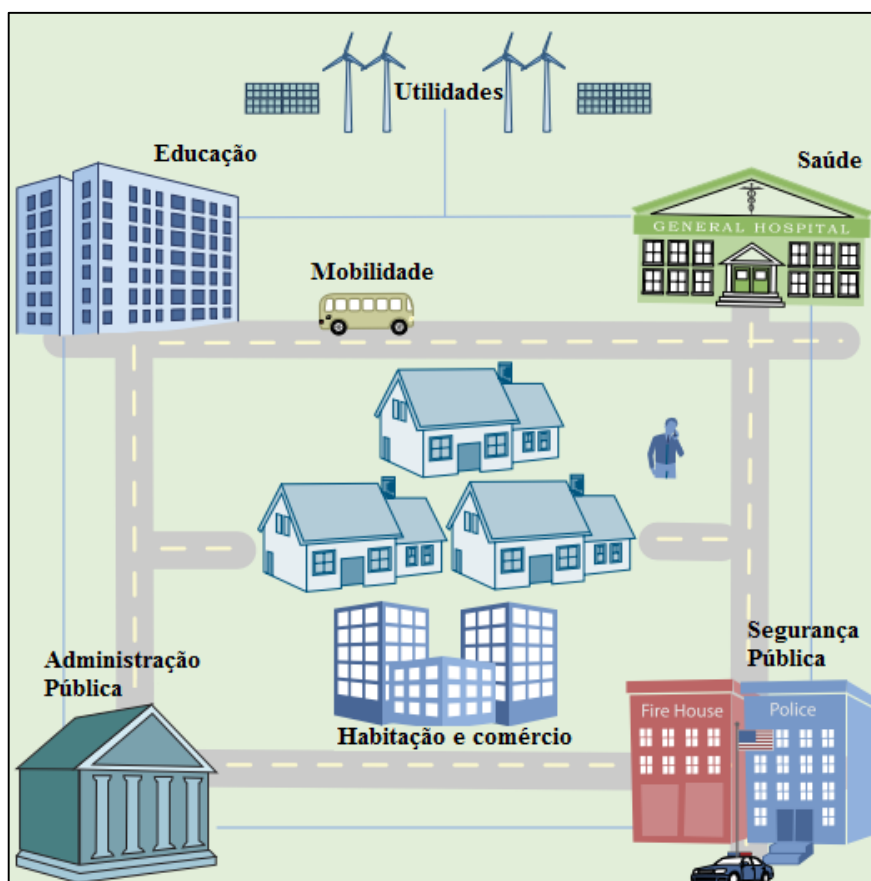


Figura 4 - Responsabilidades e funções da cidade inteligente

Fonte: Adaptado de *Helping CIOs Understand 'Smart City' Initiatives* (WASHBURN; SINDHU, 2010).

Desta forma, a classificação das áreas em que a cidade inteligente deve concentrar seus esforços auxilia na definição de como deve acontecer a integração entre infraestrutura, tecnologia e usuários, estabelecendo, assim, diretrizes para a obtenção de um ambiente urbano mais sustentável e eficiente.

1.3.2 Tecnologia e infraestrutura

Para o completo entendimento da estruturação de uma cidade inteligente, é essencial compreender o papel-chave da tecnologia e sua relação com a infraestrutura. Como já visto anteriormente, em linhas gerais, o que faz com que uma cidade seja considerada inteligente é a utilização de equipamentos e ferramentas computacionais para que seus serviços públicos principais funcionem de forma eficiente (WASHBURN; SINDHU, 2010). Conforme mostra o Gráfico 1 (Investimentos em Tecnologia da Informação no Estados Unidos em percentual do Produto Interno Bruto vs. Tempo), a chamada “Era da computação inteligente” (“*Smart*

Computing”) acontecerá nos próximos 7 a 8 anos nos Estados Unidos com investimentos crescendo a uma taxa igual a duas vezes a taxa da economia média do país.

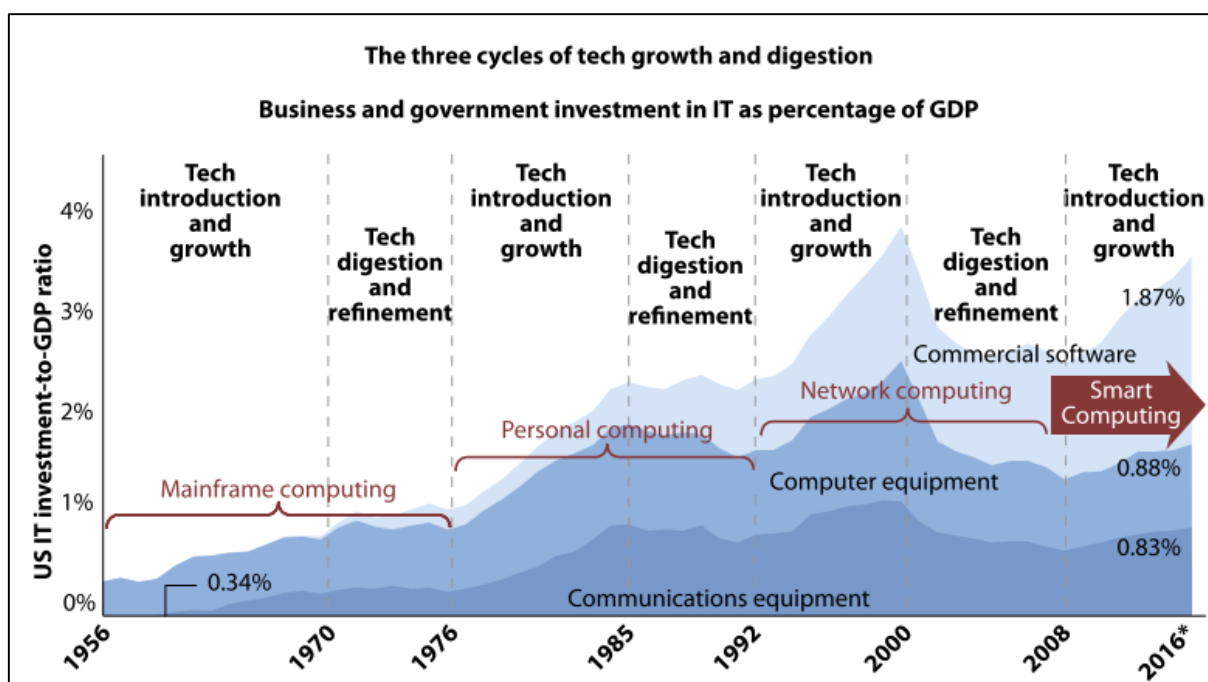


Gráfico 1 - Evolução da tecnologia nos Estados Unidos

Fonte: *US Commerce Department* – dados de 1956 a 2008; *Forrester Research, Inc.* – dados de 2009 a 2016.

A tecnologia urbana atual dispõe de *smartphones*, internet sem fio, *netbooks*, *tablets*, fachadas interativas, sensores de rede, medidores inteligentes e identificadores de radiofrequência, com os quais há uma sofisticada interação dos usuários, por meio de mídias sociais, como “Twitter”, “Facebook” e aplicativos de localização e integração (WASHBURN; SINDHU, 2010).

Devidos a estas inovações, quando tratamos de tecnologia em cidades inteligentes, as iniciativas são divididas em duas categorias: infraestrutura “*hard*” e “*soft*”. O termo “*hard*” se refere às configurações em que a cidade consegue “sentir” e “agir” através de sua infraestrutura física, como utilizando sensores em redes, tecnologias sem fio e soluções complexas de *softwares*. Já o termo “*soft*” se refere às iniciativas de cunho participativo e social atreladas a uma tecnologia de implementação mais simples, como aplicativos e redes sociais, estimulando a comunicação e participação pública (NEIROTTI et al., 2014).

Embora as práticas “*hard*” sejam mais presentes e divulgadas em projetos existentes de cidades inteligentes, as “*soft*” podem ser mais acessíveis e atraentes, pois oferecem uma maneira rápida de adaptação com elementos inteligentes e de custo relativamente baixo; enquanto estas já são implementadas, planeja-se uma mudança de longo prazo utilizando as iniciativas “*hard*”. Ao se optar primeiramente por práticas “*soft*”, tem-se o efeito de tornar visível o invisível, ou seja,

faz-se com que os usuários participem do processo inteligente, conscientizando-os sobre a infraestrutura urbana e suas relações com o meio (ARUP, 2010). Com esta participação, aumenta a quantidade de dados coletados e se entende melhor como a cidade funciona, gerando um aperfeiçoamento contínuo no sistema, conforme ilustrado na figura seguinte.

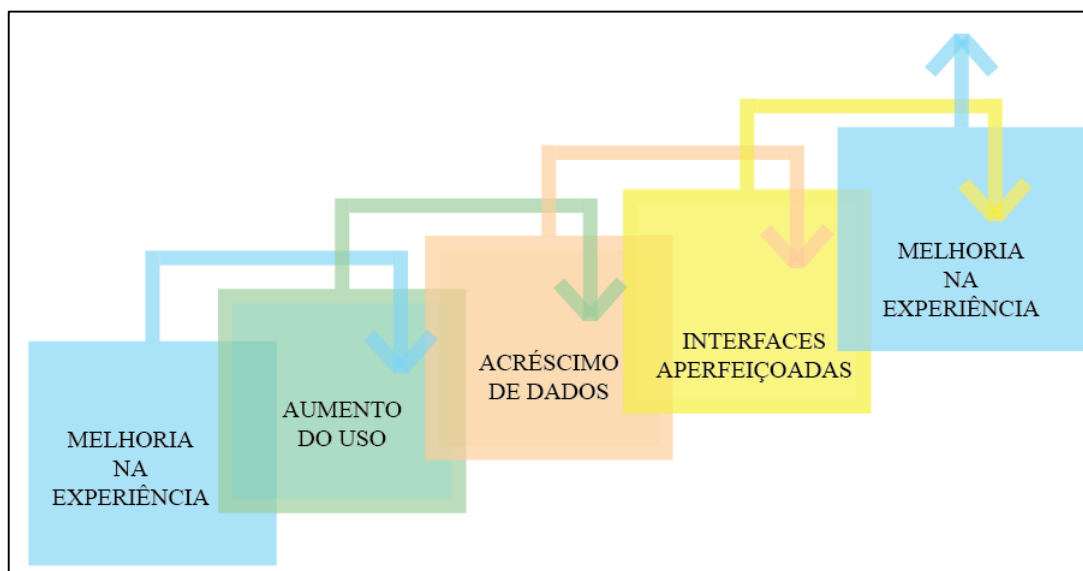


Figura 5 - Aperfeiçoamento contínuo com iniciativas de infraestrutura "soft"
 Fonte: adaptado de *Smart Cities* (ARUP, 2010).

Apesar da aparente desvantagem da robusta infraestrutura “*hard*”, diversos fatores têm motivado a implementação de ambas iniciativas ao redor do mundo. Ao longo da última década, tanto em países desenvolvidos como subdesenvolvidos, houve o aparecimento de sistemas inteligentes em construções novas, como centros de monitoramento de conforto e automação em prédios ou mesmo sensores de coleta de dados em tubulações públicas de saneamento e distribuição de energia elétrica (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Os custos de *hardware* têm diminuído em passos pequenos, enquanto os de *software* têm caído rapidamente. Segundo também o *Smart Cities Council* (2014), isto se explica graças a quatro tendências:

- Aplicativos em telefones celulares: o advento fez com que milhões de empreendedores passassem a desenvolver aplicativos de baixo custo e grande potencial;
- A chegada de redes e mídias sociais: estas atuam como plataformas gratuitas para transmitir alertas, propagandas e notícias; além disso, ajudam a monitorar as necessidades e preferências dos usuários, como hábitos de consumo e locais que frequentam;

- Computação em nuvem: a capacidade de armazenar e compartilhar dados entre computadores interligados por meio da internet trouxe vantagens tanto às empresas, que ganham em economia de escala por elaborarem uma solução e a vendem a milhares de clientes; como aos usuários, que não precisam manter centros físicos de armazenamento de dados nem contratar pessoas especializadas para manutenção;
- Dados: atualmente, consegue-se lidar com grandes volumes e variedades em alta velocidade.

Atualmente, menos de 1% do que poderia estar conectado efetivamente está. Estima-se que até 2017, 3,5 bilhões de pessoas estarão conectadas à internet, sendo 64% através do telefone celular, e serão gerados em torno de 40 trilhões de gigabytes em dados (CLARKE, 2013).

Assim, vistas as adaptações da sociedade frente ao surgimento de novas formas de integração e comunicação, fica claro o papel da tecnologia e da análise de dados no contexto das cidades inteligentes.

1.4 Benefícios e desafios

Diante do que foi apresentado, pôde-se perceber alguns dos diversos benefícios advindos do conceito inteligente quando aplicado em cidades, assim como também alguns dos desafios para a implementação do processo em grandes escalas. Como também já definido, ser inteligente, em planejamento e gestão de cidades, tem como princípio a melhoria da habitabilidade, da funcionalidade e das condições de sustentabilidade urbanas.

Em termos de habilidade, sistemas inteligentes garantem maior conforto, segurança e bem-estar aos usuários. Com a otimização das condições ambientais de um edifício, pode-se controlar a intensidade luminosa e o condicionamento do ar de cada parte deste. A tecnologia da informação pode aperfeiçoar a segurança do edifício e seus usuários, por meio de câmeras de monitoramento, cartões de acesso e centrais de controle que “sabem” tudo que está acontecendo no prédio em tempo real, preparando-o para o caso de qualquer eventualidade (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Quanto à funcionalidade, a integração da infraestrutura da cidade com tecnologia de análise de dados faz com que os processos e interações sejam otimizados. Sensores identificam se o pedestre é portador de alguma necessidade especial e ampliam o tempo em que o semáforo

ficará fechado. Cada cidadão pode acessar, por meio de aplicativos de celular, uma série de dados que o ajudará a definir as melhores rotas para chegar ao trabalho, desviar de congestionamento e até mesmo achar vagas para estacionar (RIOS, 2014).

Ademais, a busca pelo desenvolvimento de um ambiente urbano sustentável é uma das maiores motivações em tornar uma cidade tradicional, inteligente. Em termos ambientais, o sensoriamento remoto de tubulações de água, esgoto e redes elétricas detectam defeitos na infraestrutura, evitando, assim, desperdícios ou grandes reparos de manutenção. Edifícios inteligentes administram melhor seus recursos e conscientizam seus usuários quanto ao consumo racional (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Em termos sociais e econômicos, cidades inteligentes facilitam o acesso à educação e serviços de saúde, conforme já salientado no item 1.1. Além disso, são democraticamente acessíveis a todos, quando inseridos em políticas públicas, dando voz a cidadãos e comunidades frequentemente excluídos do processo de planejamento da cidade (KANTER; LITOW, 2009).

Verifica-se, dessa forma, que a análise de melhorias nas cidades inteligentes foca principalmente nos benefícios aos usuários, porém, administradores e investidores também são favorecidos pelas práticas inteligentes. Líderes com visão de futuro reconhecem que, embora orçamentos apertados, recursos limitados e burocracia frequentemente retardem alcançar seus objetivos, inovações tecnológicas podem ajudar a tornar estes desafios em oportunidades. Estes líderes veem possibilidades transformadoras ao utilizar *Big Data* e análise de dados como base de conhecimento: computação em nuvem para colaboração entre diversas empresas; telefones celulares para coletar dados e endereçar problemas direto às suas fontes; e mídias sociais para melhor engajamento dos cidadãos (IBM, 2015a).

Para investidores e empresas, a análise de dados pode fornecer informações preciosas sobre hábitos de consumidores, por exemplo. Segundo a IBM em seu portal *IBM Commerce* (IBM, 2015b), iniciativas como o “C2B Commerce” (*Customer to Business* – Consumidor para Empresa), no qual a análise de dados permite traçar um perfil das necessidades dos consumidores, faz com que uma empresa possa responder imediatamente a estes com um engajamento direcionado e pessoal; consequentemente, os clientes pedem por mais.

Com base no que foi apresentado, a Tabela 2 a seguir resume as principais melhorias das cidades inteligentes e as respectivas comparações quanto às cidades tradicionais atuais.

Tabela 2 – Melhorias da cidade inteligente

	Cidade Tradicional	Cidade Inteligente
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Com finalidade definida e descentralizado; • Economias não são contabilizadas; • Potencial limitado para acelerar o crescimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenado e holístico; • Recursos são compartilhados; • Economias são contabilizadas; • Crescimento acelerado e controlado; • Prognósticos melhorados.
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiente; • Custa mais e exige mais recursos para funcionar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Otimizada com tecnologias de ponta; • Poupa recursos; • Níveis de serviços mais altos.
Sistemas de Operação	<ul style="list-style-type: none"> • Estima as condições da cidade; • Reage a problemas; • Não consegue dispor recursos eficientemente para resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes remotos sobre as condições da cidade; • Prediz e previne problemas; • Dispõe recursos eficientemente; • Manutenção automatizada; • Custa menos.
Investimento em Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentado; • Traz benefícios pouco otimizados; • Não leva em conta economias de escala. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejado e bem distribuído; • Disposto por diversos departamentos; • Traz benefícios otimizados; • Fornece máximo valor e economias.
Engajamento dos cidadãos	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso limitado a certos cidadãos; • Difícil de participar ou encontrar informações úteis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compreende todos cidadãos; • Acesso fácil; • Cidadãos podem participar do processo de planejamento; • Comunicação com governo; • Cidadãos podem contribuir e acessar dados em tempo real.
Compartilhamento de dados	<ul style="list-style-type: none"> • Departamentos e serviços dispersos; • Raramente há o compartilhamento de dados e colaboração entre departamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Integração e colaboração entre departamentos; • Dados são compartilhados; • Resultados são otimizados; • Custos diminuídos.

Fonte: *Smart Cities Readiness Guide: The planning manual for building tomorrow's cities today* (SMART CITIES COUNCIL, 2013), com adaptações dos autores.

A maior parte das iniciativas inteligentes envolve o uso de tecnologias inovadoras que permitem o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que não existiam antes. Como resultado, tecnologias inteligentes requerem a criação de mercados com novas formas de trabalho,

modelos de financiamento e governo (SISSONS; THOMPSON², 2012 apud CENTRE FOR CITIES, 2014). Estes mercados precisam das condições certas para emergir: um ambiente empreendedor e inovador onde investidores efetivamente interagem e onde modelos de trabalho e negócios podem ser criados e novas tecnologias implementadas (CENTRE FOR CITIES, 2014). Neste sentido, torna-se necessário identificar os desafios e barreiras a serem superados para que as ideias inteligentes consigam progredir.

Financiamento é, usualmente, o principal desafio. Orçamentos limitados forçam a maioria das cidades a concentrar esforços em providenciar apenas atividades e serviços já regulamentados ao invés de investir em iniciativas inteligentes de maior risco, mesmo que estas acabem gerando economias em longo prazo (CISCO, 2014).

A falta de conhecimento sobre os recursos e soluções em tecnologia de informação e comunicação representa outra importante limitação. Embora a indústria tecnológica tenha se desenvolvido muito nos últimos tempos, ainda são poucas as cidades com orçamento disponível para implantar e contratar pessoas capacitadas para operar esses sistemas (SMART CITIES COUNCIL, 2013). Felizmente, cada vez mais vêm surgindo alternativas a esta adaptação, como aplicativos de baixo custo e computação em nuvem.

Além disso, como visto anteriormente, as cidades atuais têm mantido uma variedade de departamentos e secretarias que estão cada vez mais isoladas, operando sem colaboração, integração e coordenação de informações, mesmo tendo objetivos em comum (KANTER; LITOW, 2009). Para superar esta barreira é necessário que haja um sistema que opere de forma holística e sinérgica, onde a integração faz com que as diversas áreas responsáveis pelo funcionamento da cidade atuem de forma conjunta e otimizada; contudo, na maioria dos casos, esta mudança é complexa e burocrática, exigindo tempo e grandes esforços de adaptação (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Outro desafio que merece atenção são as questões de segurança e privacidade por trás da obtenção de dados dos usuários. Iniciativas que envolvem “*Big data*” são muitas vezes limitadas devido aos direitos de privacidade que certas informações têm consigo (CENTRE FOR CITIES, 2014). As técnicas para a análise, comunicação e divulgação de certos dados ainda não estão completamente estabelecidas legislativamente, assim como o valor monetário atrelado às

² SISSONS A., THOMPSON S. **Market making, a modern approach to industrial policy**. Big Innovation Centre. Londres, 2012.

informações (BATTY³, 2013 apud CENTRE FOR CITIES, 2014). Como resultado, conselhos, empresas, usuários e outras partes envolvidas ainda não compreendem o valor dos benefícios que as análises de dados podem gerar, fazendo com que a implementação das ideias inteligentes seja mais lenta ou, até mesmo, impedida de acontecer (LGA⁴, 2012 apud CENTRE FOR CITIES, 2014).

Por fim, conseguir o engajamento dos cidadãos ainda é uma das principais barreiras às ideias inteligentes. A razão disto não é a falta de vontade dos usuários em contribuir com o planejamento de sua cidade, mas sim devido ao acesso limitado à internet ou à falta de habilidade e confiança para lidar com esta – especialmente em comunidades de baixa renda e idosos. À medida que consultas públicas online vêm ficando cada vez mais populares, cria-se o risco de exclusão social e política com esses grupos. Ainda, questões como qual tipo de dado os cidadãos se importam, o quanto eles entendem sobre as implicações de segurança e privacidade ao compartilharem seus dados e como essas tecnologias podem realmente afetar suas vidas, ainda não estão completamente exploradas nem compreendidas (CENTRE FOR CITIES, 2014).

Assim, tendo em vista os benefícios e desafios expostos, intrínsecos às ideias inteligentes, constata-se que, embora o caminho para seu desenvolvimento e aplicação ainda tenha diversos obstáculos, a necessidade por mudanças na forma de planejamento do meio urbano atual tem se sobressaído. Dessa forma, as ideias inteligentes vêm tomando forma e ganhando espaço no cenário mundial, como exemplificado a seguir.

³ BATTY M. **Big data, smart cities and city planning. Big Issues.** University College London. Londres, 2013.

⁴ LGA. **Local Government Transparency survey.** London Government Association. Londres, 2012.

2. CAPÍTULO II – Aplicação de cidades inteligentes

Conforme visto, não existe apenas uma maneira de definir se uma cidade é ou não inteligente, são tantas cidades quanto definições. Em alguns estudos basta a cidade ter implementado uma iniciativa inteligente para que seja considerada como tal, enquanto para outros a caracterização é mais complexa. Por exemplo, para o IHS (2014), uma cidade inteligente é aquela que desenvolveu – ou que está atualmente desenvolvendo – a integração de soluções de tecnologias de informação e comunicação em três ou mais áreas funcionais de uma cidade. Apesar da falta de um parâmetro global para a definição do que é uma cidade inteligente sabemos o que direciona uma cidade a andar nesse caminho. No entanto, esse capítulo não visa mais à definição desse termo, e sim exemplificar iniciativas em cidades inteligentes, além de mostrar como vem sendo a disseminação mundial dessa ideia.

2.1 Panorama mundial

Segundo previsão do IHS, em 2025 vão existir pelo menos 88 cidades inteligentes em todo o mundo, ante as 21 identificadas em 2013, com base na definição do IHS para “cidade inteligente”. Enquanto o EMEA (Europa-Oriente Médio-África) representou o maior número de cidades inteligentes em 2013, a Ásia-Pacífico vai assumir a liderança em 2025. No total, em 2025, a Ásia-Pacífico será responsável por 32 cidades inteligentes, a Europa terá 31, e a América contribuirá com 25 (IHS, 2014).

O que fica claro é o aumento expressivo de cidades inteligentes nos próximos anos, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. Apesar de parecerem mais aplicáveis a países desenvolvidos, seria um erro pensar que o avanço de soluções inteligentes é um fenômeno puramente desses países. Há reconhecimento crescente entre os líderes das cidades nas economias em desenvolvimento que as abordagens de soluções inteligentes são necessárias para enfrentar os desafios que confrontam a sociedade, para melhorar a eficiência da prestação de serviços públicos, a sustentabilidade do ambiente urbano e a qualidade de vida nas cidades. Além disso, estas cidades estão usando conceitos inteligentes para aumentar sua vantagem competitiva local, promover suas credenciais sustentáveis e inteligentes para atrair novos negócios e talentos (ARUP, 2011).

O progresso de cidades inteligentes, entretanto, em regiões com predominância de países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, como a América do Sul e a África, é mais lento. Nesses locais, muitas cidades ainda lutam para terem acesso a sistemas básicos e condições dignas de vida, dificultando a implementação de iniciativas inteligentes. Além disso, deve-se considerar que os modelos de cidades inteligentes existentes nos países desenvolvidos não devem ser cegamente copiados para os países em desenvolvimento. Uma maior ênfase de soluções inteligentes deve ser dada aos serviços acessíveis e inclusivos como fornecimento de água potável, sistema de esgoto, gestão de resíduos, fornecimento de energia, abastecimento de produtos essenciais, controle da poluição do meio ambiente, provimento de meios de transporte e infraestrutura em geral.

2.1.1. Europa

Apesar da maioria dos estudos não considerarem suficiente ter apenas uma iniciativa inteligente para tornar uma cidade inteligente, a União Europeia (UE) classifica 240 dos 468 municípios com mais de 100.000 habitantes com pelo menos uma característica inteligente como cidade inteligente, considerando o seu bloco, composto por 28 nações (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014).

As cidades inteligentes na Europa, como Barcelona, Londres e Paris vieram, principalmente, como uma solução à alta densidade da população em suas cidades e o consequente aumento da pressão sob os recursos básicos. Para garantir que suas cidades continuassem competitivas era preciso mudar, e é isso o que muitas cidades europeias estão fazendo.

Em Londres, por exemplo, existe atualmente uma iniciativa para a redução da poluição através do uso de tecnologias que promovam a eficiência energética. A iniciativa *Low-Carbon* está desenvolvendo uma rede elétrica inteligente com o objetivo de oferecer eletricidade com zero-carbono para empresários, residentes e comunidade. A iniciativa teve início em 2011 e custará US 47,5 milhões dólares, e inclui a implementação de 6.000 medidores inteligentes até 2019, com a projeção da redução de emissões de dióxido de carbono em 600 milhões de toneladas entre 2011 e 2050. (IHS, 2014)

Em Barcelona, está em fase de teste a iniciativa *smart parking*, com a introdução de sensores sem fio em locais de estacionamento. Com esses sensores se obtém a informação de onde

existem vagas vazias, essa informação é enviada para um centro de dados e essa é então disponibilizada para os smartphones dos usuários que obtém a informação em tempo real. Desta forma, o sistema orienta o motorista para a vaga de estacionamento mais próxima, aliviando o tráfego na cidade, com a redução do tempo de procura por vaga também e a diminuição da poluição e ruídos emitidos (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014).

Também em Barcelona se implementou uma iniciativa no âmbito de *e-government*. A iniciativa introduz diversos recursos que melhoram o acesso, a eficiência e a transparência dos serviços públicos. São duas as principais frentes tomadas pela iniciativa, a *Open Data BCN* e a *Quiosc PuntBCN*. No *Open Data BCN*, dados públicos são disponibilizados em locais de fácil e rápido acesso para a população, basta o usuário acessar o portal de internet para encontrar mais de 300 categorias de dados para consulta, onde as cinco áreas principais são: território, população, serviços urbanos, economia e administração. Já o *Quiosc PuntBCN* mantém quiosques que assegurem a presença em toda a cidade de autoridades municipais. Estes quiosques são semelhantes a caixas eletrônicos de autoatendimento, onde é possível para o cidadão resolver a maioria dos seus procedimentos administrativos, tais como relacionados com o censo e propriedade, acesso aos serviços e recursos da cidade; como exemplo o cidadão consegue nesse quiosque pagar multas e impostos através do cartão de crédito (AJUNTAMENT DE BARCELONA, 2015). Estes serviços eram antes fornecidos em somente 11 oficinas de atenção ao público, oficinas essas que recebiam 4500 visitantes diariamente, desses 60% iam para resolver problemas administrativos. Logo, esses quiosques, além de aliviar as oficinas, melhoram a rede de atendimento para o público (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014).

Em Copenhaga, a cidade criou um sistema de transporte público que tenta minimizar o tempo de viagem conectando todos os meios de transporte de modo otimizado. Ônibus, trens e metros são parte de um conjunto integrado também com bicicletas. As paradas de ônibus e as instalações de bicicleta foram construídas perto de estações de trem para proporcionar uma transição suave entre esses modos de transporte. As bicicletas são gratuitas em trens e também podem ser levadas dentro dos ônibus (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014). Além disso, os viajantes podem comprar um único bilhete para todos os modos de transporte por via eletrônica, utilizando um *smartphone*. Também é possível o uso do tíquete ICT, um cartão de viagem que no início e no final da viagem é lido por um sensor eletrônico. Com esse cartão ou uso do *smartphone*, o preço mais barato da viagem é calculado e debitado (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014).

Além desses serviços, em Copenhague um sensor de viagem eletrônico proporciona informação em tempo real e calcula a melhor rota de viagem para o passageiro. Com o uso do GPS é possível que os controladores de tráfego mantenham o semáforo aberto se os ônibus estão se aproximando. Isto trouxe grande melhoria na acessibilidade e velocidade dos ônibus. Para o futuro, a cidade quer ampliar a gestão inteligente do tráfego com a utilização de novas tecnologias adicionais, reduzindo assim as emissões de CO₂. Para 2025, a cidade quer que 75% das viagens sejam feitas a pé, de bicicleta ou transporte público, que o transporte público vire “*carbon neutral*”, que 20 a 30% dos veículos leves e 30 a 40% dos veículos pesados, funcionem com combustíveis limpos, tais como eletricidade, hidrogênio, biogás ou bioetanol (EUROPEAN PARLIAMENT, 2014).

Por último, na Europa atualmente está em acontecimento o programa *Grow Smarter*, um programa com início em 2014 e previsão de término em 2019 que almeja acelerar a transformação das cidades da Europa em inteligentes, mostrando como o processo deve ser feito. A iniciativa está focando na transformação de três cidades, fazendo melhorias-chave de referência para o continente. É uma iniciativa de €25 milhões que tem como referenciais Estocolmo, Colônia e Barcelona. Nessas três cidades serão implementadas doze diferentes soluções inteligentes que são projetadas para ter grandes impactos (SMART CITIES COUNCIL, 2013), que são desde a implantação de tecnologias avançadas de comunicação e informação e de melhoria da mobilidade urbana até a incorporação direta de energias renováveis na rede de abastecimento da cidade (GROW SMARTER, 2015).

Posteriormente, as soluções serão implementadas em um conjunto de áreas urbanas, incluindo o centro das cidades, áreas suburbanas e áreas industriais, assegurando uma amostra representativa das cidades Europeias. Cinco cidades serão as “seguidoras” e tentarão replicar o sucesso das três cidades referências. As cidades “seguidoras” são Cork, Graz, Malta, Porto e Suceava. Elas irão trabalhar em parceria com as cidades referências para aprender a partir de suas experiências e para que elas possam ser bem-sucedidas em suas próprias comunidades (SMART CITIES COUNCIL, 2013).

Por fim, o *Grow Smarter* é um modelo de organização de cidades do futuro - trabalhando em conjunto no sentido de reduzir o impacto ambiental, fortalecer o crescimento local e melhorar a vida nas cidades. A iniciativa tem o potencial para criar o equivalente a 1.500 postos de trabalho em toda a Europa e visa reduzir o consumo de energia em cerca de 60%, bem como reduzir em 60% as emissões de transporte na União Europeia (GROW SMARTER, 2015).

2.1.2. Ásia

A Ásia é uma região que possui grande número de megacidades densamente povoadas e economias em rápido crescimento. Nações nessa região estão desenvolvendo novas áreas urbanas de grandiosas proporções para abrigar as crescentes populações e criando políticas que incentivem o uso de tecnologias nas cidades visando um desenvolvimento sustentável. Trabalhando com empresas internacionais e regionais de tecnologia, os governos da Ásia estão adotando uma variedade de tecnologias para resolver problemas urbanos, reduzir o uso de recursos e se preparar para o seu crescimento (NAVIGANT RESEARCH, 2014).

A Índia, por exemplo, é um dos países da região com maior investimento na área. O primeiro-ministro Narendra Modi anunciou em 2014 seu plano de construir 100 cidades inteligentes em toda a Índia. O Governo indiano investiu, em 2014, US\$1,27 bilhões em cidades inteligentes, além do financiamento proveniente de investidores privados e do exterior (ILBF, 2015). Sete dessas cidades se encontram no Corredor Industrial Déli-Mumbai (DMIC), uma iniciativa de US\$90 bilhões que cruzará seis estados, compreendendo Uttar Pradesh, Haryana, Rajasthan, Gujarat, Maharashtra e Madhya Pradesh e que irá estimular o desenvolvimento econômico da região e o desenvolvimento de indústrias. Serão nove grandes zonas industriais neste trajeto, 3 portos, 6 aeroportos, várias centrais elétricas e linhas de transporte de carga de alta velocidade. O corredor ligará Delhi aos portos de Mumbai, além de ligar as capitais política e financeira do país. Os polos industriais e cidades inteligentes ao longo do Corredor Industrial Déli-Mumbai deverão dobrar as oportunidades de emprego, triplicar a produção industrial e quadruplicar as exportações ao longo da próxima década (TREVISAN, 2015).

A criação dessas cidades visa também responder ao acelerado processo de urbanização da Índia. Em 2005, 29% da população da Índia vivia em áreas urbanas, e em 2025 a previsão é de que esse número suba para 38% (MCKINSEY, 2010). Este processo contínuo de urbanização criaria enorme tensão nas atuais cidades existentes, que já não são capazes de suportar o rápido crescimento. O governo Indiano prevê que os elementos-chaves para desenvolvimento dessas cidades são a criação de um sistema de transporte público eficiente, o uso da tecnologia digital para criar redes inteligentes para uma melhor gestão de infraestrutura, empreendimentos verticais, reciclagem de água de esgoto para uso industrial, espaços verdes, ciclovias e fácil acessibilidade a bens e serviços (ILBF, 2015).

A China é outro gigante no desenvolvimento de cidades inteligentes, apoiando-se na criação destas como estratégia para seu desenvolvimento econômico. Sendo o país que mais emite dióxido de carbono do mundo, é importante que a China dê grande importância a programas que visem à diminuição da emissão desse gás. Por exemplo, programas de transporte inteligente que tenham centros de logística que obtenham dados para coordenar o tráfego e reduzir o congestionamento, diminuem a emissão de CO₂. Também é de extrema importância a garantia de um transporte público eficiente, pois no momento existe uma classe média ascendente na China, que tende, com seu maior poder aquisitivo, comprar veículos. Logo, a garantia de um transporte público eficiente é fundamental para evitar o aumento desenfreado da frota de carros, e assim evitar um aumento expressivo na emissão de dióxido de carbono (HOEKS, 2011).

A China prevê, também, a criação de sua primeira “EcoCity” até 2025, uma cidade que usa conceitos inteligentes, mas está focada principalmente em seu desenvolvimento verde. A cidade ficará a 20 km de Tianjin, uma das quatro unidades administrativas autônomas da China. O investimento inicial na cidade foi de cerca de R\$ 1 bilhão desembolsado por uma *joint venture* entre um consórcio chinês e um de Cingapura, com o apoio do governo de Tianjin. A cidade foi desenhada para permitir que os moradores possam ir a pé de suas casas aos supermercados, shoppings, hospitais e escolas, os carros públicos são elétricos, a população recebe incentivo para uso de veículos elétricos ou bicicletas. Todas as casas têm painéis solares no topo, a iluminação é feita por postes com hélices que capturam a energia do vento, a água é reutilizada, um sistema coletivo de gestão de resíduos e reciclagem será introduzido e integrado ao processo de incineração, produzindo assim energia e minimizando a pressão sobre aterros, entre outros vários projetos (ALONSO, 2011).

O Japão, por sua vez, é outro país que faz uso das cidades inteligentes para garantir sua competitividade no mundo. O Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI) vem investindo nas crescentes iniciativas destas desde 2010. A promoção de iniciativas inteligentes em energia é um dos objetivos estabelecidos pelo Quarto Plano Estratégico da Política Energética que foi lançado em abril de 2014. Espera-se que os investimentos em cidades inteligentes no Japão passem de €8.1 bilhões calculados em 2011 para €27.4 bilhões em 2020 (CLARISSE, 2014).

O exemplo mais expressivo de implementação do conceito de cidade inteligente no Japão pode ser considerado Fujisawa, cidade a 50 km de Tóquio (O GLOBO, 2014). A cidade foi fundada pela Panasonic, com a colaboração de mais 18 empresas. Fujisawa reúne inovações dentro e

fora das casas, além de integrá-las. As casas já possuem painéis solares embutidos, que fornecem energia para a residência e ainda armazenam o excedente em uma bateria para uso posterior. O projeto também oferece um bairro exclusivo para moradores que não possuem carros próprios. Essas áreas, entretanto, contam com um serviço de locação e compartilhamento de veículos, sobretudo elétricos. Toda a cidade é equipada com sensores em rede que controlam a iluminação pública e garantem que a energia não seja desperdiçada. Através de uma *smart grid* local, esse sistema de gerenciamento de energia inteligente permite diagnosticar os maiores consumos e otimizar o uso do recurso. Além desse controle, os moradores podem desligar eletrodomésticos à distância, através de um *tablet* ou *smartphone*. As casas foram projetadas para melhor absorver o vento e a luz do sol; seu revestimento externo é feito de um material que dificulta a fixação de sujeira, sendo então desnecessária a lavagem das casas, pois apenas com a chuva se garante a limpeza. Além disso, as casas são construídas com “materiais resistentes a terremotos”, visto que o Japão é uma das zonas sísmicas mais ativas do mundo. Visando isso, criou-se um sistema que garante três dias de fornecimento de energia em casos de suspensão do serviço.

2.1.3. América do Norte

O rótulo de cidade inteligente é menos comum na América do Norte do que na Europa e na Ásia, o que não significa que os países nessa região estejam para trás. Cidades nessa região estão olhando para tecnologias que melhoram a qualidade de serviços públicos e impulsionam a economia local. Além disso, cidades americanas e canadenses estão com objetivos ambiciosos em busca pela sustentabilidade (WOOD, 2013).

São várias as áreas onde as cidades da América do Norte estão impulsionando a inovação tecnológica. Os ramos mais fortes de inovação são em *smart grid*, renovação da infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto, veículos elétricos, estacionamentos inteligentes e *e-government* (WOODS, 2013).

Em 2009, o presidente Barack Obama anunciou um investimento de \$3,4 bilhões em *smart grid*, sendo este o maior e único em *smart grid* já visto na história dos EUA. Esse investimento significou o financiamento de uma ampla gama de tecnologias que estão incentivando a transição do país para um sistema energético mais inteligente, forte, eficiente e confiável. No final, a iniciativa vai proporcionar alternativas para economia de energia pelos usuários,

aumentar a eficiência energética e promover as energias renováveis como a solar e eólica. Uma análise feita pela “*Electric Research Institute*” estimou que a implementação de tecnologias *smart grid* pode reduzir o uso de eletricidade em mais de 4% até 2030. Isso significa uma economia de 20,4 bilhões de dólares para empresas e consumidores em todo o país (THE WHITE HOUSE, 2009).

Um exemplo de aplicações em *smart grid* é San Diego. A empresa San Diego Gas and Electric Company (SDG&E) recebeu \$28 milhões dos \$3,4 bilhões investidos (SOTO, 2009). A iniciativa prevê a instalação de um sistema de comunicação *wireless* totalmente integrado que cobre 90% dos clientes do serviço público. Uma vez que a SDG&E consiga se comunicar em tempo real com seus clientes e vice-versa sobre o uso da eletricidade, será possível a implementação de ferramentas para incentivo de hábitos diferentes em ambas as extremidades da linha de distribuição, aumentando a eficiência, diminuindo os custos e emissões de poluentes e gases de efeito estufa. A iniciativa também visa aumentar a confiabilidade do sistema elétrico e reduzir a duração e operações de interrupção, além de diminuir os custos de manutenção (GRID, 2012).

Já Dubuque, no Iowa, é uma cidade modelo para infraestruturas inteligentes de abastecimento de água. Por meio do monitoramento do uso da água, quase que em tempo real, Dubuque conseguiu diminuir o uso da água em 6 a 7% na cidade e aumentou em 8 vezes a detecção de vazamentos. A iniciativa foi implantada inicialmente em apenas 300 residências e atualmente já se estendeu para todas as 23.000 residências de Dubuque. Através de um portal online, os cidadãos podem ver os dados de uso de água de sua casa, dados esses que são atualizados a cada 15 minutos. Os cidadãos podem então fazer ajustes no consumo e também identificar vazamentos. Por outro lado, se a administração municipal detecta um vazamento olhando o histórico de dados de um usuário, o residente pode ser notificado. A redução do consumo de água tanto por correção de vazamento quanto por maior conscientização dos usuários permitiu reduzir o uso de produtos químicos e de energia relacionados com a produção de água (WOOD, 2013).

Enquanto que em Barcelona o uso de *smart parking* ainda está em fase de teste, em San Francisco ele já é realidade. Em Barcelona, entretanto visa-se indicar ao motorista onde se encontram as vagas vazias, enquanto que em San Francisco o que se almeja é garantir que sempre existirão vagas vazias para o usuário estacionar, além de lhe mostrar a onde se encontram essas vagas.

A iniciativa conhecida como “*SFpark*” altera os valores a serem cobrados por uma vaga dependendo da taxa de ocupação de vagas, tentando sempre ter uma ocupação média entre 60 e 80%. Quando se deseja estacionar em uma rua muito cheia, o preço por hora sobe para liberar vagas; já em uma rua vazia, o preço abaixa para preencher vagas. O preço pode variar de \$0,25 até \$6,00 a hora. O objetivo é distribuir uniformemente as vagas da cidade e também diminuir o tempo gasto com procura de vagas, objetivos esses que vem sendo atingidos, segundo as últimas medições da SFMTA's. Segundo a pesquisa feita pela SFMTA's os bairros da cidade com *SFpark* estão alcançando a meta de ocupação desejada com muito mais frequência do que antes do sistema entrar em vigor (JAFFE, 2014). Além disso, os motoristas conseguem achar uma vaga mais rápido nos bairros com *SFpark*, em média 5 minutos mais rápido do que antes do sistema estar em funcionamento, isso pois existem mais vagas vazias e foi criado um aplicativo que mostra onde existem vagas desocupadas e o preço que está sendo cobrado (JAFFE, 2014). Também, a distância percorrida por veículos ao redor do *SFpark* diminuiu em torno de 30%, outro sinal de que os carros passam menos tempo procurando vaga (JAFFE, 2014).

Já no Canadá, Vancouver é também a primeira cidade do país a exigir pontos de carregamento para veículos elétricos em todas as novas residências, sendo que atualmente já existem 111 pontos de carregamento instalados na cidade (SHIELD, 2014). 42% da população acredita que veículos elétricos serão, em curto prazo, um modo de transporte viável, prático e que poderão substituir carros movidos a combustíveis. A organização não governamental WWF reportou um aumento de 79% nas vendas de carros elétricos no Canadá em 2013, e o número de canadenses que já dirigiu um veículo elétrico duplicou desde 2012 (ENBYSK, 2014).

Tanto os EUA quanto o Canadá são desde longa data líderes em *e-government*, ou seja, os órgãos governamentais destes dois países fazem uso de tecnologias de informação e comunicação para se aproximar dos cidadãos e empresas. O uso dessas tecnologias pode ter diversos fins, como uma melhor prestação de serviços públicos aos cidadãos, melhores interações com a indústria e comércio, capacitação do cidadão através do acesso à informação ou uma gestão pública mais eficiente. Como benefícios pode-se ter a diminuição da corrupção, maior transparência, maior comodidade, crescimento da receita e/ou redução de custos (VERHULSTIN 2014).

Em Nova Iorque existe uma alta exigência dos cidadãos por melhoria nos serviços, ao mesmo tempo que o governo sofre com pressões orçamentárias. Em face a esses desafios, o prefeito de

Nova Iorque decidiu usar as tecnologias de informação para aproveitar a sabedoria dos seus cidadãos e identificar formas melhores de gerir a cidade. O NYC Open Data é um repositório de dados do governo, onde dados públicos gerados por agências e outras organizações de Nova Iorque são disponibilizados para o público. Esse repositório de dados é uma iniciativa que visa melhorar acessibilidade, transparência e prestação de contas do governo para com a cidade. Qualquer pessoa pode usar esse conjunto de dados para participar e contribuir para a administração municipal. Os dados estão disponíveis em uma variedade de formatos de leitura e sempre são atualizados (NYC OPEN DATA, 2015).

Outro programa existente em Nova Iorque é o NYC BIGAPPS, que consiste em uma competição que recruta as mentes mais brilhantes em tecnologia e inovação, desafiando-as a encontrar soluções para os maiores desafios de Nova Iorque. A competição foi lançada em 2009 pela New York Economic Development Corporation (NYCEDC) e já distribuiu mais de US \$350.000 em prêmios, atraiu cerca de 500 submissões e já engajou milhares de nova-iorquinos (NYC BIGAPPS, 2015).

Outra iniciativa de destaque identificada em Nova Iorque foi a criação de um sistema de etiquetas QR junto a projetos em construção. Com o QR postado em cada licença de construção da cidade, o cidadão consegue ter acesso rápido às informações dessa nova construção. Utilizando no smartphone algum aplicativo leitor de QR, qualquer frequentador da cidade pode digitalizar esses códigos e descobrir o que está sendo construído, quem está construindo, e quais são (se houver) as queixas que foram apresentadas contra o portador da permissão (DANNEN, 2011).

2.1.4. África

A evolução de iniciativas de cidades inteligentes na África, embora mais devagar que no resto do mundo, também está ocorrendo. As cidades africanas, entretanto, que pretendem usar soluções inteligentes devem estar alerta e prestar muita atenção aos desafios que elas têm com a pobreza e desenvolvimento decorrentes dos anos de hostilidade e negligência de infraestrutura. No entanto, mesmo que a maioria das cidades africanas ainda esteja lutando contra a pobreza, não significa que estas não devam pensar no desenvolvimento de cidades inteligentes. O uso de conceitos de cidades inteligentes no desenvolvimento dessas cidades pode ser muito benéfico, pois pode guiar essas cidades a fazerem investimentos coordenados e

planejados ao invés de investimentos “tapa buraco”, ou seja, investimentos mal planejados que visam atender demandas apenas de curto prazo. Além disso, a implementação de cidades inteligentes na África tem algumas vantagens, como a inexistência de custos associados a manutenção, correção e atualização de infraestruturas desatualizadas. As cidades africanas têm a oportunidade de começar seu desenvolvimento pelo que existe de mais tecnológico.

Como exemplo, muitas cidades africanas saltaram diretamente para serviços wireless sem nem se preocupar com linhas fixas. Em Lagos, Nariobi, Cidade do Cabo ou Accra, novas soluções de ponta para telecomunicações têm se expandido para resolver os problemas da cidade diariamente. Outra vantagem africana é o fato de sua população ser extremamente jovem, 62% de sua população tem menos de 25 anos. Dado o envelhecimento atual da comunidade europeia, muitas marcas internacionais serão atraídas para o mercado Africano, cheio de jovens consumidores (IGUACU, 2015). Projetos de grande dimensão acontecem no Quênia, em Konza Techno City, que fica a 60 km de Nairobi, na famosa “savana de silício”, e em Hope City, em Gana. Além disso, a IBM está estabelecendo um de seus laboratórios mundiais em Nairobi, e incluiu Durban, na África do Sul, e Abuja, na Nigéria, como “*Smarter Cities Challenges*” (SILVER, 2014).

No entanto, a maioria das cidades africanas se encontra atrasadas no desenvolvimento de soluções inteligentes. Algumas cidades têm implementação de soluções inteligentes como na Europa, mas essas cidades são exceção à regra. Nas cidades que fazem parte da regra, não seria correto dizer que não existem princípios de conceitos inteligentes implementados, mas o conceito deles é bem diferente daqueles implementados na Europa. Na Cidade do Cabo, por exemplo, o governo fez uma parceria com a *Citymart* uma entidade internacional que desenvolve soluções de participação cidadã e procedimentos de concurso público. A parceria foi desenvolvida para que os cidadãos pudessem enviar soluções inovadoras para melhorar as condições de comércio informal, minimizando os problemas dos comerciantes de rua que hoje em dia representam 12% da economia do local. Ou seja, houve a aplicação de uma solução *smart e-government*, que colocou os cidadãos em contato com o governo. Entretanto, o objetivo dessa união é combater de um problema existente essencialmente em cidades ainda não desenvolvidas, nesse caso, o comércio informal (SMART CITIES, 2015).

2.1.5. América Latina

Na América Latina, a implementação de cidades inteligentes também está presente. Santiago, Cidade do México, Bogotá, Rio de Janeiro, entre outras, estão em constante busca por soluções inteligentes.

Em Santiago, atualmente existe o teste de diversas tecnologias, desde *smart grids* a até programas de compartilhamento de veículos elétricos. O Ministério dos Transportes e Telecomunicações (MTT) de Santiago também começou a testar várias soluções inteligentes, que incluem o uso de ferramentas de cobrança automática de preços variáveis em pedágios de rodovias e o desenvolvimento de centros de controle do tráfego em tempo real conectados a sensores USB, que conseguem rastrear o congestionamento (SHEN, 2014). Não são somente os pedágios que tem tarifas diferentes; Santiago conta também com um sistema de preço para o ticket do metrô que muda conforme o passar do dia. De segunda a sexta em horas de “rush”, das 7h00 até às 9h00 e das 18h00 até às 20h são cobradas tarifas mais altas. Além disso, os passageiros locais fazem uso de um cartão de pagamento central interligados a todos os meios de transporte da cidade (METRO DE SANTIAGO, 2015).

Bogotá foi uma cidade que propôs soluções inteligentes no setor de mobilidade e apostou no transporte alternativo construindo em menos de uma década mais de 600 quilômetros de ciclovias, que são usadas por cerca de 6,5% da população de Bogotá (BRASIL ECONOMICO, 2014). Os ônibus foram adaptados para que as portas possam se abrir da mesma forma que abrem no metrô e o nível das calçadas foi elevado para tornar mais fácil entrar e sair dos ônibus, ganhando tempo nos pontos de parada (WAKEFIELD, 2013).

A Cidade do México, por sua vez, assumiu na América Latina a liderança em *smart e-governance*, com programas de aproveitamento de dados de pesquisa e campanhas e estudos para iniciativas de abertura de dados. No setor de construções inteligentes, a Cidade do México também foi pioneira, ela foi a primeira cidade no mundo a experimentar uma nova tecnologia que permite edifícios a absorver parte da poluição atmosférica que se encontra nas proximidades. Nas soluções de mobilidade, a cidade do México implementou um extenso plano de “*bikesharing*” com mais de 4.000 bicicletas e está introduzindo um programa de “*carshare*” que atualmente conta com uma frota de mais de 40 veículos, sendo alguns desses elétricos (COHEN, 2013).

O Rio de Janeiro é também uma cidade reconhecida em soluções inteligentes, e tudo começou a partir de uma iniciativa que pretendia prever as enchentes no Rio de Janeiro, mas a iniciativa acabou se ampliando e trazendo ainda mais sugestões de melhoramento. Nessa iniciativa, a

IBM criou no Rio de Janeiro um centro de operações, que contém um telão de controle dividido em quatro grandes blocos. Um deles é voltado para previsões meteorológicas e se chama PMAR. O sistema consegue identificar os pontos possíveis de alagamento dependendo da taxa de precipitação. Além disso, o PMAR pode oferecer previsões de enchentes com antecedência, cerca de 48 horas antes da chuva. O centro, além de ajudar na previsão de enchentes, também visa obter informações sobre a rede elétrica, obter imagens em tempo real das ruas do Rio e assim prever eventos, gerar alertas e gerenciar crises na cidade. São cerca de 400 câmeras ativas dentro do Centro de Operações, que permitem inclusive o monitoramento de algum incidente que esteja acontecendo na cidade (KOHN, 2012).

2.2 Campus universitário como experimento inteligente

A análise do panorama apresentado anteriormente demonstra a tendência das iniciativas em cidades inteligentes focarem em energia ou em mobilidade, sendo que esses dois objetivos andam um ao lado do outro, em geral se complementando. Outra tendência é a implementação de cidades inteligentes a partir do zero, ou seja, criação de novas cidades para serem iniciativas piloto para futura implementação em cidades já existentes. A criação, entretanto, é uma iniciativa que demanda tempo e altos investimentos. Com isso, uma alternativa para pesquisar soluções inteligentes que vem sendo estudada é usar campi universitários como campos de experimentação.

Campi universitários têm a vantagem de serem como microcidades, ou seja, possuem uma organização governamental e infraestrutura urbana que funciona como uma pequena cidade. Além disso, universidades são espaços feitos para ensino e pesquisa, sendo benéficos para a formação de profissionais e para desenvolvimento de novas tecnologias. O fato de estar em uma universidade facilita a criação de espaços de estudo e pesquisa.

Em geral, universidades são localizadas em uma área geográfica delimitada, com oferecimento de serviços básicos de cidade comum, como transporte público, saneamento, energia, gestão de resíduos e ainda existem restrições de orçamento e recursos, justamente como acontece em cidades.

Na Europa, existe um programa chamado “*Smart Campus*”. Essa iniciativa tem exatamente um dos objetivos citados acima: fazer universidades como projetos piloto para uma futura

implementação em maior escala. Em 2007, o Conselho Europeu adotou um projeto ambicioso, que é atingir uma melhoria de 20% em eficiência energética até 2020 (EUROPEAN COMMISSION⁵, 2010 apud SMART CAMPUS). Edifícios na Europa são responsáveis por cerca de 40% do gasto de energia (EUROPEAN COMMISSION⁶, 2012 apud SMART CAMPUS). Sendo assim, tornar os edifícios energeticamente mais eficientes se torna um objetivo crucial para o alcance do objetivo Europeu. Além disso, os edifícios públicos representam 12% do parque imobiliário da EU (EUROPEAN COMMISSION⁷, 2011 apud SMART CAMPUS).

Em meio a esse contexto, a Europa criou a iniciativa *Smart Campus*, que visa aumentar a eficiência energética dos edifícios das universidades europeias, através do desenvolvimento de serviços e aplicações baseadas em tecnologias de informação e comunicação que irão conduzir um processo de aprendizagem bidirecional, onde o usuário vai aprender a interagir com o edifício de uma maneira energeticamente mais eficiente. A iniciativa visa transformar o comportamento dos usuários do campus através de práticas que visem uma maneira mais eficiente do uso da energia. Para isso, serviços e aplicativos serão baseados em uma plataforma de coleta de dados que integram informações em tempo real e sistemas de gestão de energia inteligente (SMART CAMPUS, 2012).

A metodologia proposta pela iniciativa *Smart Campus* é a aplicação do programa de eficiência energética em diferentes edifícios universitários localizados em diferentes países europeus, com climas distintos, com diferentes padrões de consumo de energia e diferentes hábitos dos usuários. Os projetos pilotos estão sendo implementados nas seguintes universidades: Helsinki Metropolia University of Applied Sciences (Helsinki, Finlândia), Instituto Superior Técnico (Lisboa, Portugal), Luleå Tekniska Universitet (Luleå, Suécia) e Politecnico di Milano (Milão, Itália). Como os estudos pilotos servem para testar cenários distintos, o processo de implementação é diferente em cada piloto, e os resultados não serão totalmente comparáveis. Uma linha de base de consumo de energia é determinada em cada edifício piloto, e as economias obtidas após a implementação do programa serão calculadas utilizando uma metodologia recomendada pela Comissão Europeia (SMART CAMPUS, 2012).

⁵ EUROPEAN COMMISSION. **A strategy for competitive, sustainable and secure energy**. Bruxelas, 2010. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0639:FIN:EN:PDF>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

⁶ EUROPEAN COMMISSION. **Energy Efficient Buildings**. 2012. Disponível em: <http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/buildings/index_en.htm>. Acesso em 23 jun. 2015.

⁷ EUROPEAN COMMISSION. **Energy Efficiency Plan**. 2011. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:EN:PDF>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

Algumas soluções inteligentes são desenhadas exclusivamente para as universidades, pensando no melhor desenvolvimento desse tipo de instituição. É o caso do *University Smart Card* (USC), uma iniciativa do Banco Santander que prevê o uso de cartões universitários não somente como credencial de identidade, mas como “chave” para uma série de serviços de valor agregado, como pagamentos, acesso a instalações, assinatura digital, entre outros serviços. O USC atualmente cobre 302 universidades ao redor do mundo, atendendo a 7,8 milhões de estudantes universitários. O uso do cartão como mecanismo para identificar o titular do cartão como um membro da comunidade universitária é apenas uma das suas muitas características. Entre outras aplicações, ele serve como um passaporte para autosserviços eletrônicos em diferentes canais (caixas eletrônicos, terminais instalados no campus, internet, etc.), controla o acesso a computadores ou certas áreas do campus e monitora as horas dos funcionários. Ele também serve como um cartão de biblioteca, permite obter descontos em comércio varejista. O cartão inclui uma assinatura eletrônica para a identificação on-line e criptografia e oferece serviços de e-wallet e débito opcionais. Além de facilitar o acesso do usuário, este dispositivo ajuda a melhorar a segurança, dispensando a circulação de dinheiro para pagar refeições, aumenta a eficiência do sistema e facilita o planejamento e a gestão (SANTANDER, 2015).

Em Trento, na Università Degli Studi di Trento, são diversas as iniciativas que foram criadas pela iniciativa *Smart Campus*. A iniciativa foi oficialmente concluída em 31/12/2014, mas seus resultados estão sendo disseminados em Trento. Por meio da iniciativa, diversos aplicativos foram gerados. Como exemplo, o “iFame” é um aplicativo que visa informar, diariamente, o cardápio dos restaurantes da universidade, inclusive os preços praticados. No aplicativo também é possível ver o tamanho das filas, o tempo de espera e checar o crédito existente no seu cartão universitário. Por último, esse aplicativo ainda permite que os usuários deem notas e forneçam comentários sobre a refeição que fizeram. Outro aplicativo desenvolvido é o “StudyMate”, no qual os alunos podem verificar a lista de cursos e horários, procurar o curso por departamento, carreira ou palavra-chave, seguir perfis de aulas e adicionar essas em sua agenda pessoal. Também é possível avaliar aulas que você participou, ler as notificações de diversos departamentos, descobrir quais são os materiais de estudo disponíveis para seus cursos e, por último, criar grupos de estudo e adicionar eventos relacionados às disciplinas (SMART CAMPUS LAB, 2014).

Ainda na universidade de Trento temos outros aplicativos em uso. O “Viaggia Trento” é um aplicativo para apoio ao transporte no campus, seja por ônibus, trem, carro ou a pé. Atrasos no transporte público são diretamente comunicados para o celular do usuário, junto a uma

recomendação de como evitar esse atraso. É possível ainda deixar comentários sobre seu trajeto, organizar saídas com amigos e assim ajudar a melhorar o transporte local. Já o aplicativo “MyPeople” é uma plataforma onde o usuário cria um perfil e pode então fazer parte das comunidades do campus, administrar grupos de amigos e acompanhar a vida social da universidade. Com este aplicativo, o usuário pode compartilhar itens que ele criou, como eventos e portfólios, e olhar os itens compartilhados por seus amigos. O aplicativo “INbox” serve para organizar os e-mails da faculdade, caso você precise destacar algumas mensagens, se livrar de comunicações inúteis ou simplesmente catalogar as notícias que recebe. Com filtros você também pode classificar, filtrar, etiquetar e redirecionar as mensagens que chegam na caixa de entrada. Além disso, esse aplicativo está integrado com todos os outros aplicativos do campus e você pode então organizar todas as notificações que recebe dos outros aplicativos. (SMART CAMPUS LAB, 2014).

Nos Estados Unidos, na Filadélfia, na universidade de Drexel, a iniciativa intitulada como “Futuro Inteligente da Filadélfia: Promovendo a Inovação, Oportunidade e Sustentabilidade através de tecnologias *Smart Grid*” está sendo implementada. Para a implementação desse programa usando tecnologias inteligentes, a universidade recebeu 1,179 milhão de dólares de repasse estadual. Esse dinheiro financiou a implementação de tecnologias avançadas de medição e de gerenciamento de carga dinâmica que permitiu a universidade a construir uma infraestrutura sofisticada enquanto ela se prepara para uma modernização da sua rede. Drexel reconheceu que suas instalações no campus continham energia latente e distribuída que poderia ser aproveitada para produzir receitas e reduzir gastos de energia, ao mesmo tempo que poderia melhorar a fiabilidade e eficiência de rede de distribuição local (EPRI, 2014).





Para alcançar seu objetivo primordial, a criação de um *microgrid* no campus, algumas implementações foram feitas. Primeiramente o sistema fornece medições em tempo real de uso de energia da universidade e permite a universidade a vender energia de volta para a rede pública. Baseado em uma tecnologia de preços em tempo real o sistema permite que a universidade compre energia em momentos do dia quando a demanda é baixa e que ela venda excesso de energia para a rede (DREXEL, 2015).

Os exemplos de campus inteligentes não são apenas internacionais. No Estado de São Paulo na cidade de Sorocaba temos a iniciativa “Smart Campus Facens”, iniciativa desenvolvida na Faculdade de Engenharia de Sorocaba. O Facens formatou oito eixos de atuação: conectividade, educação, energia, mobilidade e segurança, edificação, qualidade de vida, recursos naturais e

núcleo facilitador. São definidos pela iniciativa tanto a missão quanto a visão do projeto. A missão é “proporcionar uma nova experiência de aprendizado multidisciplinar utilizando o campus como espaço de prototipagem”, enquanto a visão é “apoiar a formação do engenheiro cidadão, por meio da solução de problemas reais, com a finalidade de multiplicá-los ao contexto urbano” (FACENS, 2015).

Dentro de cada eixo de atuação são previstos alguns objetivos e iniciativas. A seguir uma tabela sintetizando o que cada setor prevê.

Tabela 3 – Eixos de atuação programa Facens

Setor	Atuação
 Qualidade de vida	<p>Qualidade de Vida: o objetivo é integrar e propor atividades de Cultura, Lazer, Esportes, Saúde e Atividades Sociais oferecendo atividades que estimulem a criatividade, a interação social entre as pessoas, o cultivo da medicina preventiva, a experiência da cidadania, o pertencimento a uma comunidade e pôr fim a multiplicação desta qualidade de vida para a cidade um todo”.</p>
 Energia	<p>Energia: análise de todo potencial de eficiência energética (estudos de iluminação, climatização e automação eficiente) do campus da faculdade, possibilitando a otimização dos recursos energéticos disponíveis dentro de aplicações economicamente viáveis, bem como novos métodos de geração de energia elétrica utilizando fontes alternativas (solar, eólica, piezoelétrica e bioenergia).</p>
 Recursos Naturais	<p>Recursos Naturais: compromisso de evoluir para um campus ambientalmente inteligente, com o objetivo de otimizar os recursos disponíveis, desenvolver e aplicar tecnologias, bem com, promover mudanças culturais alinhadas a ótica do tripé 'meio ambiente, sociedade e economia'. Dentro do escopo do eixo podem ser citados projetos como medição e controle online do consumo de água e despejos sanitários; gerenciamento de resíduos sólidos; ferramentas de educação ambiental; pegada de carbono; estudo da fauna e da flora; análise de dados de estação meteorológica e outros.</p>
 Conectividade	<p>Conectividade: O primeiro projeto em execução trata da infraestrutura das redes de comunicações no Campus, envolvendo fibra óptica, rede de dados e rede sem fio, de forma que tecnologias voltadas à Internet das Coisas (IoT),</p>

(Continua)

(Conclusão)

Redes celulares de Quarta e Quinta Geração, Aplicativos, Comunicação em tempo real, e EAD sejam suportadas futuramente por todo este sistema.



Educação

Educação: atua de forma transversal a todos os demais projetos do Smart Campus Facens, tornando o estudante protagonista da sua própria formação por meio da elaboração de trabalhos extracurriculares. Além disso, incluem o incremento da faculdade com laboratórios de inovação e prototipagem, experiências e kits didáticos dentro do conceito “faça você mesmo”, auxiliando os alunos na predição das dificuldades acadêmicas e direcionando-os a um plano de estudos.



Mobilidade e Segurança

Mobilidade e Segurança: tem como objetivo o desenvolvimento de projetos que estudem e apontem soluções para a dinâmica de mobilidade de um ambiente urbano, criando novas opções de modais, bem como incentivando o uso dos mesmos. Além disso, os estudos devem propor melhoria na circulação interna de pedestres e veículos. No aspecto de segurança os projetos são voltados para garantir a segurança geral dos usuários e o patrimônio físico do campus.



Edificação

Edificação: envolve estudos e propostas de soluções de materiais, processos e tecnologias de construções residenciais e comerciais. Dentre as tecnologias analisadas estão reaproveitamento de recursos hídricos, tratamento mono ou multi residencial de esgoto, eficiência energética, automação e aplicações em um edifício "green".



Núcleo Facilitador

Núcleo Facilitador: tem como foco garantir que os objetivos do Smart Campus Facens sejam atingidos com sucesso. Na prática, o núcleo já começou a implantação da gestão de projetos baseada nas práticas do PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* de autoria do PMI – Project Management Institute.

Além disso, está desenvolvendo todos os objetivos estratégicos e seus respectivos KPIs - *Key Performance Indicator* como ferramenta para medição do progresso individual dos projetos e do progresso do SMART Campus Facens em sua totalidade. Desta forma, caracteriza-se como o integrador entre os planos estratégicos e operacionais do programa.

Ainda no Brasil existem aplicativos desenvolvidos para incentivar o uso de caronas de e para o campus. Universidades como UNICAMP, PUCCAMP e FACAMP já fazem parte dessa rede. O aplicativo encoraja as pessoas a oferecerem e aceitar caronas, é formado por ferramentas de interação rápidas e fáceis de uso e também oferece recompensas aos usuários. Esse tipo de incentivo promove uma melhora para a mobilidade urbana e também ajuda o meio ambiente na medida que o número de carros diminui com o número de pessoas dentro dele aumentando, sendo assim a emissão de gases é reduzida (NOVO MOMENTO, 2014).

2.3 Dificuldades enfrentadas para a implementação de cidades inteligentes

Como já visto no ultimo capítulo existem diversos desafios para implementação de uma cidade inteligente. Desafios e barreiras a serem superados são orçamentos limitados, ou seja, financiamento e altos investimentos, falta de pessoal capacitado, burocracia, segurança e privacidade de dados da população, engajamento dos cidadãos, entre outras dificuldades. Serão mostrados a seguir alguns exemplos mais concretos dessas dificuldades, sendo assim possível entender um pouco mais a fundo esses desafios.

Um grande problema enfrentado pelas cidades é a questão da privacidade de dados que depende muito da educação da população para que essa entenda os benefícios que a análise de seus dados pode trazer para a cidade e não entenda isso como uma invasão de privacidade. A smart city Santander, na Espanha é uma cidade onde tudo se sabe e tudo se vê, praticamente tudo na cidade foi digitalizado desde o ar, lixeiras, trânsito, iluminação pública e pontos históricos. Foram instalados na cidade 12 mil sensores para captar essas informações, e todos podem ter acesso às informações diretamente do celular, basta que a pessoa baixe o aplicativo SmartSantander (GREGO, 2013). Entretanto, quando o usuário baixa esse aplicativo e aceita os termos de serviço ele está concordando em dar acesso para os dados coletados a partir de seu smartphone. Inicialmente isso gerou desconfiança por parte da população, que no final acabou aderindo a iniciativa. Foi necessário um alto cuidado com a privacidade dos dados e a explicação para os cidadãos do que exatamente seria coletado e o que seria feito com isso. Ajudou na aceitação do projeto o fato de que o sistema não identifica pessoas individualmente, apenas perfis (ARROWSMITH, 2014).

Ainda em Santander surgiu a questão da privacidade versus a segurança. Os sensores espalhados pela cidade capturam som, imagens e localização de cidadãos, esses sensores podem

ser úteis para suprir a necessidade de proteção e maior segurança. Entretanto, sempre há a preocupação de que algo que comece como vigilância em uma sociedade democrática acabe virando algo para uma autocracia. Quanto mais uma cidade pode medir e controlar, maior poder ela tem sobre os cidadãos e é capaz de rastrear tudo, nunca esquecendo o que acontece, a cidade se torna praticamente um Big Brother. Em Santander os cidadãos optaram por relevar essa questão e seguir com a iniciativa da cidade inteligente. No entanto a desconfiança pública pode impedir o progresso e utilidade dessas iniciativas, depende do governo passar confiança à sua população e depende da população confiar em seu governo (NEWCOMBE, 2014).

Outro desafio frequentemente enfrentado é o engajamento da população com as iniciativas. Por exemplo de nada adianta políticas de melhoria do transporte público, criação de ciclovias se a população não quer abrir mão de ter um carro próprio. Outro exemplo da importância do engajamento da população é na participação desses para identificar problemas. O governo tem visão limitada sobre problemas que estão acontecendo, e estes podem ficar sem conhecimento por um longo período, problemas como buracos, faróis quebrados, postes de iluminação pública queimados, etc. se não reportados não serão consertados em curto prazo. Felizmente já existem maneiras rápidas e fáceis do cidadão se conectar com o governo, como por aplicativos (SHERRIFF, 2015). Em Santander por exemplo se o cidadão quiser reportar um buraco na rua deve apenas fotografa-lo e enviar esse aviso para a administração, a foto já segue com a localização captada pelo GPS do aparelho, o aviso vai tanto para os responsáveis pelo conserto como para os políticos que devem fiscaliza-los. Os próprios cidadãos podem acompanhar a solução (EXAME, 2013). Nesse último exemplo caso o cidadão não esteja integrado com as novas tecnologias oferecidas pelo governo, ou não se importe em reportar o problema identificado e acompanhar a solução, de nada adiantara a existência do aplicativo. É de extrema importância que os cidadãos estejam envolvidos e engajados nas soluções propostas pelo governo para que essas sejam eficazes.

Outra grande dificuldade enfrentada para implementação de cidades inteligentes é o financiamento, seja pelo alto custo, seja pela dificuldade de quantificar o retorno do dinheiro nessas iniciativas ou ainda pelos orçamentos limitados que se concentram em apenas providenciar serviços públicos básicos.

Outro desafio ligado ao financiamento é a determinação do modelo de negócio ao longo prazo. A maioria das iniciativas é financiada a partir de colaborações público-privadas, que envolvem fornecedores de hardware e software, operadoras de telecomunicação e os governos locais,

regionais e nacionais. Essa integração é fundamental, entretanto não irá acontecer a não ser que os modelos de negócios sejam esclarecidos. Duvidas como quem será o proprietário dos dados, como o projeto será rentabilizado, devem ser respondidas antes de qualquer negócio (IHS, 2014).

A dificuldade de quantificar o impacto da implementação de tecnologias inteligentes faz com que a obtenção de financiamento seja algo desafiador. Estruturas governamentais mais conservadoras podem bloquear investimentos de longo prazo em tecnologias de comunicação e informação por falta de parâmetros de retorno de investimento. Além disso, muitas pessoas ainda não enxergam financiamentos em tecnologia de comunicação e informação como investimentos e sim como gastos públicos. Já empresas podem ficar recosas de fazer altos investimentos sem garantia de retorno.

Um grande desafio é achar maneiras de financiar investimentos em cidades inteligentes ao longo do tempo sem tirar dinheiro de despesa de diferentes departamentos. Esse desafio é ainda mais aparente em países subdesenvolvidos que ainda são muito defasados em questões básicas, como transporte público, moradia, infraestrutura, saúde, etc. Como explicar para a população um investimento em tecnologia para medição de consumo de água, se metade dessa população não tem acesso a água limpa?

Por exemplo, Gift City é uma das 100 cidades inteligentes planejadas pelo governo indiano. A cidade composta por diversos arranha-céus, vai ainda ter esses edifícios rodeados por uma infraestrutura completa com distribuição de energia e água 24 horas, um sistema de arrefecimento moderno, sistema automático de coleta de lixo e posterior envio desse através de canos de esgoto a velocidades perto de 25m/s, uma central de comando que mantém o tráfego em movimento sem problemas e monitora cada edifício através de uma rede de circuito fechado de televisão. Em um país onde mais de 300 milhões de pessoas vivem sem eletricidade, e pelo menos o dobro desse número sem acesso a instalações sanitárias, Gift City soa como um castelo no céu. Como explicar para a população que esse é um investimento válido (RAVINDRAN, 2015)?

O desafio da implementação das 100 cidades inteligentes na Índia vai além de achar financiamento e da capacidade do governo de explicar aos seus cidadãos o porquê desse investimento. Uma grande preocupação é que essas cidades acabem virando sociedades governadas por poderosas entidades empresariais que mantenham de fora a população pobre. É necessário a criação de meios que garantam a participação da população de baixa renda,

pensando profundamente sobre os serviços a serem oferecidos e habitação de baixo custo. O grande desafio não se encontra somente na construção de infraestrutura física da cidade, se encontra também na criação de cidades autossustentáveis, que sejam capazes de criar postos de trabalho, usar recursos com sabedoria e também treinar pessoas. Para que isso seja possível é necessária uma autonomia para estas cidades, o que depende da maturidade do sistema político indiano (THE INDU, 2015).

Esses são apenas alguns exemplos dos desafios enfrentados pela implementação de soluções inteligentes. Por ser um conceito novo, muitos outros desafios ainda vão surgir, a resolução de alguns desafios vai clarear.

3. CAPÍTULO III – O campus “Armando de Salles Oliveira”

Conforme ilustra a Figura 6, a CUASO é composta por áreas adicionais, como museus, institutos, centros e faculdades localizados na cidade de São Paulo.



Figura 6 - Composição do Campus da Capital fora da cidade de São Paulo
Fonte: Campus da Capital (adaptado de USP MÍDIAS ONLINE, 2011).

3.1 Histórico da Cidade Universitária

A criação da Universidade de São Paulo está relacionada com um movimento intelectual e político, no qual se reconhecia a importância da ciência, da tecnologia e da educação no processo de desenvolvimento e estruturação do território (LANNA, 2005). Desde o projeto de criação da USP, já se previa a reunião de suas Unidades, e a localização da Cidade Universitária começou a ser analisada em 1935, quando o Prof. Armando de Salles Oliveira nomeou uma Comissão para definir uma área onde se pudessem reunir as escolas da USP, a maioria até então localizadas em instalações provisórias, dispersas pela cidade de São Paulo. No entanto, foi apenas depois de alguns anos que se decidiu a criação da Cidade Universitária a partir da junção

de duas glebas: primeiro, em 1941, a partir da gleba entre a Adutora de Cotia e o Ribeirão Jaguaré, e posteriormente, em 1944, a partir da gleba entre a nova e a velha Estrada de Itu, totalizando aproximadamente 4,7 milhões de metros quadrados.

Como a construção da Cidade Universitária dependia da Programação de Investimentos Públicos e do Apoio à Educação, estando relacionada aos investimentos do Governo Estadual, que eram bastante inconstantes, sua implantação passou por diversas fases, com execução descontínua. Em 1960, foi criado o Fundo para Construção da Cidade Universitária, o que permitiu maior agilidade nas decisões e acelerou o processo de construção. Foi apenas em 1968 que as unidades da Universidade de São Paulo passaram de fato a ocupar esta área, impulsionadas por um plano do Regime Militar de afastar a movimentação estudantil dos centros das grandes metrópoles. Em 1969, a Cidade Universitária já se encontrava bem estruturada e começavam a surgir novas necessidades, tendo sido, então, criados o Fundo de Construção da Universidade de São Paulo e a Prefeitura da Cidade Universitária, a partir do Fundo existente (USP MIDIAS ONLINE, 2011).

Atualmente, a CUASO apresenta ocupação urbana relativamente homogênea, mas, como sua configuração resulta tanto da ação individual de cada unidade quanto da adequação e reformulação de vários projetos gerais, há nela diferentes propostas arquitetônicas e urbanísticas. Hoje, o campus tem 3.648.944,40 m² de área de terreno e 860.628,08 m² de área construída (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014), com constante fluxo de usuários e veículos e, consequentemente, significativo consumo de recursos e energia e geração de resíduos. Assim, a Cidade Universitária (Figura 7) necessita de gestão e infraestrutura como qualquer outra cidade.



Figura 7 - Características da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira

Fonte: Tecnologias para comunicação e sensoriamento de cidades inteligentes (MARTINI, 2015b).

3.2 Motivação

Apesar de inserida no município de São Paulo, há, na Cidade Universitária, autonomia nas tomadas de decisão. Conforme instituído pelo art. 207 da Constituição Federal “As universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, e obedecerão ao princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (BRASIL, 2010). Esta autonomia inclui o planejamento e a gestão dos campi universitários. Assim, “a cidade e a Cidade Universitária são áreas superpostas, uma dentro da outra e as duas com autonomia para decidir sobre o que lhes é próprio” (LANNA, 2005). Por conta disso, há, na Universidade, liberdade para se desenvolver e aplicar tecnologias e procedimentos inteligentes, servindo de modelo prático para a sociedade.

Além disso, destaca-se o papel da Universidade na formação de seus estudantes, futuros tomadores de decisão da sociedade. Instituições de Ensino Superior têm a responsabilidade de preparar as novas gerações para um futuro viável (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Através de pesquisa e formação, devem-se desenvolver soluções racionais a serem propostas para a sociedade.

Assim, com a autonomia do campus aliada ao interesse da Universidade em promover pesquisa e ensino, cria-se o cenário ideal para que a mesma atue como laboratório urbano para a aplicação de conceitos inteligentes em grande escala.

3.3 Programas existentes

Atualmente, já são desenvolvidos no campus alguns programas que se relacionam com a ideia de conceitos inteligentes e práticas sustentáveis.

3.3.1. Programa Campus Sustentável

Desde 2008, a Prefeitura do Campus USP da Capital (PUSP-C), com o apoio do Conselho Gestor do Campus, trabalha no conceito de “Campus de Prova”, uma filosofia que discute o uso de tecnologias, serviços e ideias que tragam sustentabilidade ao campus (USP MÍDIAS

ONLINE, 2011). Este conceito foi discutido nas duas edições do Fórum Permanente sobre o Espaço Público, e um resultado disso foi a criação do Programa de Pesquisa e Experimentação para a Sustentabilidade do Campus (ProPESC). O ProPESC visa a aplicação e o uso de conhecimentos desenvolvidos na Universidade, ou seja, a produção científica, cultural, tecnológica e social, no ambiente da própria USP, implicando na participação de estudantes, professores e funcionários.

O desenvolvimento deste conceito levou ao Programa Campus Sustentável, que tem como objetivo tornar a Universidade uma referência em sustentabilidade, com reconhecimento em rankings internacionais, por meio da implantação de diversos projetos e ações sustentáveis integrados até 2034. O programa se estrutura em três eixos: Espaço, Ambiente e Saúde; Infraestrutura e Logística; e Cultura e Participação (PREFEITURA CAMPUS USP DA CAPITAL, 2014). São nove projetos que cobrem os diversos aspectos relacionados à sustentabilidade: Gestão Territorial das Águas; Gestão de Energia; Gestão Integrada de Resíduos; Gestão de Áreas Verdes; Gestão Funcional Urbana; Gestão de Saúde Ambiental; Ensino, Pesquisa e Sustentabilidade; Cultura de Sustentabilidade; e Governança do Campus. Todos os projetos têm como objetivos centrais a aplicação de sistemas integrados de gestão, estimulando a pesquisa e o desenvolvimento voltados às atividades dos projetos e, assim, aumentando a eficiência de uso e operação (PREFEITURA CAMPUS USP DA CAPITAL, 2014).

3.3.2. Projeto Chuva Online

O Projeto Chuva Online é um projeto desenvolvido pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências da Atmosfera (IAG) com alguns parceiros, como a Prefeitura do Campus USP da Capital, o Instituto de Física, a Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) e o ClimaTempo, para monitoramento e divulgação de informações sobre chuva em tempo real. Dentre os objetivos do projeto está testar uma nova tecnologia de monitoramento meteorológico capaz de monitorar a chuva com alta precisão espacial e temporal.

Um dos benefícios previstos pelos planejadores do projeto é a possibilidade de auxiliar as autoridades e a comunidade a se preparar para desastres naturais, como deslizamentos de terra, enchentes e alagamentos (LEAL, 2014). Os dados estão disponíveis em tempo real e online, no portal do projeto.

São dois mini-radares, com alcance de 21 quilômetros, resolução de 90 metros e varreduras a cada cinco minutos, um localizado no campus da Cidade Universitária e outro, no campus da zona leste, na EACH (ESPAÇO ABERTO, 2015). Projetados para cidades de pequeno e médio porte, estes pequenos radares têm custo reduzido (cerca de 6 vezes menos que os radares atualmente utilizados em grandes cidades) mas possuem um raio de alcance menor. Por esse motivo, a tecnologia está sendo testada na USP, por ela apresentar características de uma cidade de pequeno porte.

3.3.3. Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo – PURA-USP

Com o aumento da utilização da água, causado tanto pelo crescimento populacional quanto pelo desenvolvimento tecnológico, o aumento da disponibilidade deste recurso foi se tornando cada vez mais necessário. Esta problemática, composta por diversos elementos, relacionados como causa ou consequência da situação de escassez da água e da perda na eficiência do ciclo hidrológico, tem algumas possíveis soluções, enquadradas em três níveis sistêmicos (OLIVEIRA, 1999):

- Nível macro: sistemas hidrográficos;
- Nível meso: sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário;
- Nível micro: sistemas prediais.

Dois modelos podem ser desenvolvidos: a gestão da oferta e a gestão da demanda. Por muito tempo, favoreceu-se a gestão da oferta, através da expansão das redes de abastecimento. No entanto, uma vez que as possibilidades para gestão da demanda começavam a se esgotar e se tornar cada vez mais custosas, passou-se a promover também a gestão da demanda e o desenvolvimento de programas de uso racional da água foi uma das iniciativas tomadas para implementação deste modelo (SILVA, 2004).

No Brasil, um dos programas desenvolvidos foi o Programa de Uso Racional da Água (PURA), criado em 1995 por meio de um convênio entre a Escola Politécnica da USP, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas

(IPT) (GONÇALVES; OLIVEIRA, 1997). Por meio de seis macroprogramas desenvolvidos em paralelo (Banco de Dados; Laboratório Institucional; Avaliação e Adequação de Tecnologias; Caracterização da Demanda e Impactos da Economia de Água em Edifícios Residenciais e Habitações Unifamiliares; Programas da Qualidade; e Programas Específicos de Economia de Água em Diferentes Tipos de Edifícios), o Programa é voltado à “otimização em busca do menor consumo de água possível mantidas, em qualidade e quantidade, as atividades consumidoras”, no nível de sistemas prediais (SILVA, 2004).

Dentro do contexto do macroprograma 6 do PURA – Programa de Uso Racional da Água, foram desenvolvidos estudos de caso em edifícios com diferentes tipologias, para determinação de uma metodologia de auditoria e procedimentos de intervenção. O PURA-USP foi um destes estudos de caso, como uma implementação do Programa em campi universitários. Assim, através de um Convênio de Cooperação Técnica, a USP comprometeu-se a manter em dia os pagamentos de serviços de água e esgoto e a implantar o Programa, em troca da concessão (e manutenção) de 25 % de desconto nas tarifas.

O principal resultado do programa foi a redução do consumo de água. Além disso, no entanto, houve também os efeitos do Programa, resultados não definidos como objetivos no seu início, mas consequência do mesmo: alterações no sistema de suprimento de água fria, alterações em rotinas administrativas e de manutenção predial, alterações em parâmetros de projeto, desenvolvimento tecnológico dos equipamentos, despertar para a conservação de água (e introdução de fontes alternativas) e mudanças comportamentais dos usuários.

O consumo sofreu quedas significativas, conforme ilustrado no Gráfico 2. Nas unidades da Fase 1, a tendência de redução de consumo se manteve até 2003, mesmo com o fim de todas as intervenções em 1999 e necessidade de reformulação de algumas redes ainda problemáticas. Registrou-se redução de 48%, de 81147m³/mês no 2º semestre de 1998 (exceto Julho) para 42583 m³/mês no 2º semestre de 2003. Nas unidades da fase 2, a tendência de aumento no consumo foi revertida com a intervenção do PURA-USP, com redução de 19% (de 56734 m³/mês no 2º semestre de 1999 para 45783 m³/mês no 2º semestre de 2003). Assim, o consumo total da CUASO sofreu redução de 36% (de 137881 m³/mês no 2º semestre de 1998 para 88366 m³/mês no 2º semestre de 2003). (SILVA, 2004).

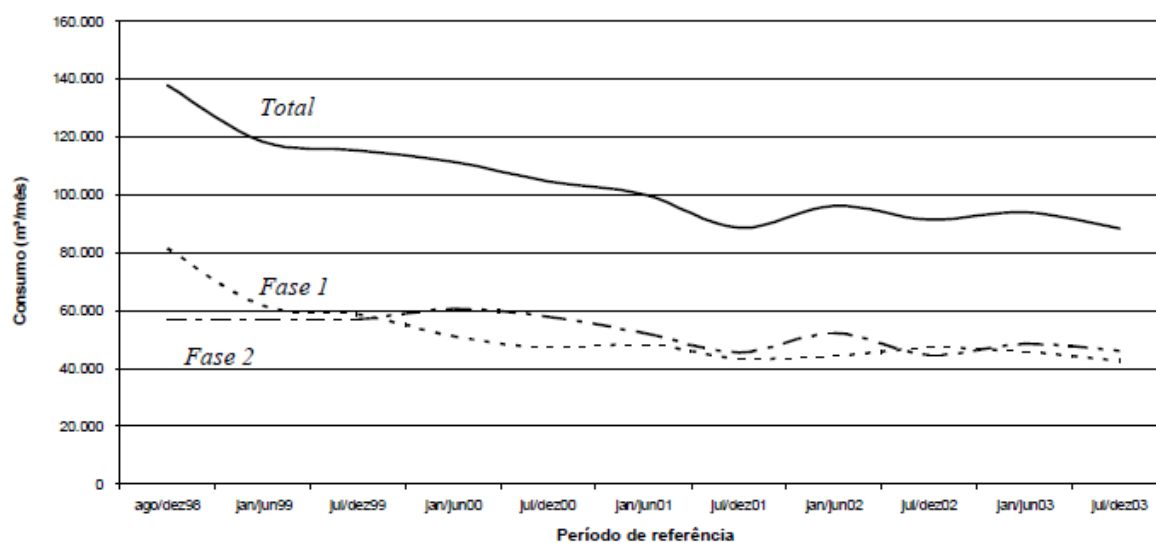


Gráfico 2 - Consumo médio de água das unidades da CUASO – 1998-2003

Fonte: Programas permanentes de uso racional da água em campi universitários: O programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo (SILVA, 2004).

A Figura 8 ilustra os resultados observados até 2014. Nota-se que houve redução da demanda média mensal de água (52%, de 137.881 para 66.247 m³/mês), mesmo havendo aumento de 10% na população e na área construída de 1998 a 2014 (PURA-USP e seus resultados, 2015).

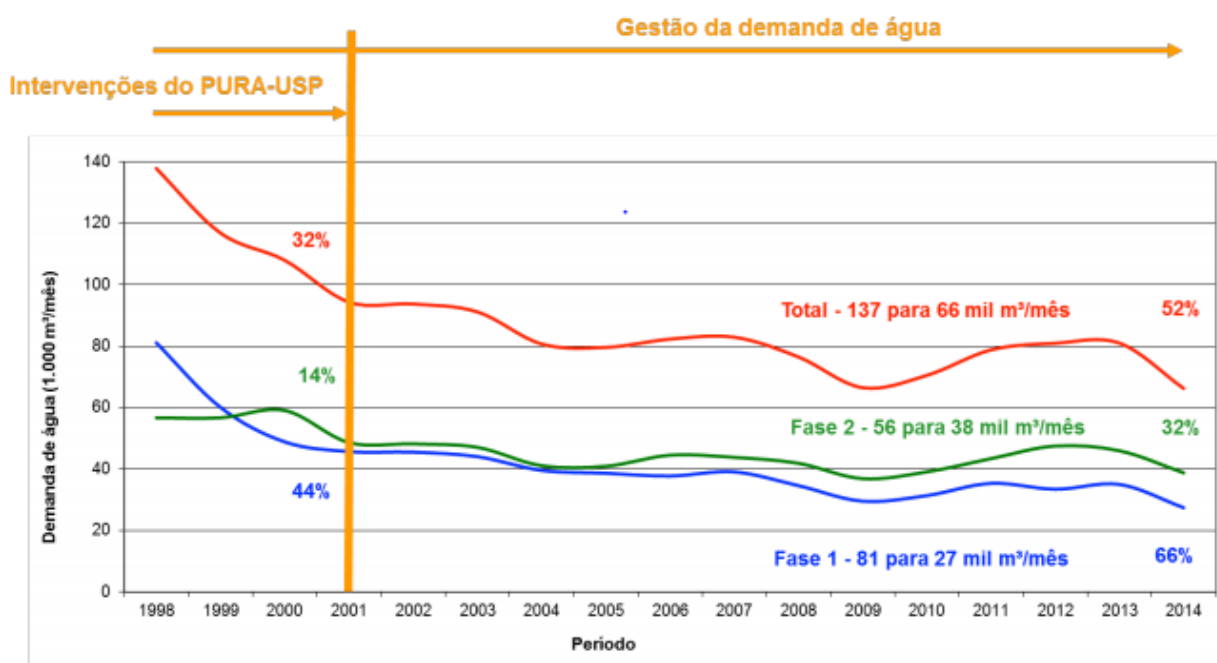


Figura 8 – Resultados na Cidade Universitária (1998-2014)

Fonte: PURA-USP e seus resultados, 2015.

O volume de água proveniente do Cantareira que foi economizado foi de 71.634 m³, mensalmente, o que permitiu o abastecimento de 4800 residências ao longo de 2014, sendo que houve redução de 48% da demanda per capita diária de água (de 113 para 61 L/pessoa/dia, de

1998 a 2014, patamar que se manteve, pelo menos, até 2011) (PURA-USP e seus resultados, 2015).

Tem-se ainda o impacto financeiro: foram obtidos R\$52,98 milhões de benefício econômico total (até 2003). Como os investimentos para a implementação do PURA-USP foram de R\$6.47 milhões, o benefício econômico líquido acumulado foi de R\$46.61 milhões (SILVA, 2004). Em 2013, foram gastos R\$18,5 milhões com estes serviços, sendo que, sem o Programa, teriam sido gastos R\$49,3 milhões (o desconto representa 20% desta diferença) (PURA-USP e seus resultados, 2015).

O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP), com início em 1998 foi encerrado em 2015, quando, junto com o programa PURE, passou a fazer parte do PUERHE.

3.3.4. Programa Permanente para Uso Racional de Energia da Universidade de São Paulo (PURE-USP)

O Programa Permanente para Uso Racional de Energia da Universidade de São Paulo (PURE-USP) teve início após debates entre professores e pesquisadores do PEA-EPUSP (Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP), com a colaboração de professores da FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP) e engenheiros do PCO (Prefeitura do Campus Universitário Armando de Salles Oliveira) sobre por que os conceitos ensinados nas salas de aula sobre a gestão de energia elétrica não estavam sendo efetivamente aplicados na universidade.

Em 1996, iniciou-se o projeto CONSERVUSP, financiado pela FAPESP, que focou apenas na CUASO devido a fatores como a dificuldade de obtenção de dados e do prazo relativamente curto, levando em conta, também, que o campus oferecia uma maior diversidade de atividades e atuava em diversas áreas de pesquisa. Os objetivos do programa na época eram: analisar o consumo de energia das diversas instalações pertencentes a universidade e avaliar o potencial que estas teriam para reduzi-lo. Os resultados obtidos das pesquisas indicaram grande potencial de conservação de energia em algumas unidades, chegando a um índice de conservação de até 44% no caso do prédio da Poli-Elétrica. Dentre outros fatores, esses resultados foram os catalisadores para a criação, em 1997, do PURE-USP.

O Programa de Economia de Energia na USP (Crise energética de 2001)

A crise energética de 2001 afetou todo o país e teve como principais motivos a falta de investimento no setor, aliado ao consumo cada vez maior de energia e chuvas abaixo do necessário (SAIDEL, 2005). A fim de superar a crise, foi adotada como solução pelo governo federal a redução de 20% no consumo de energia elétrica por parte do consumidor, o qual iria ser o responsável por administrar a maneira pela qual essa meta seria atingida. Na USP, era necessário atingir esta redução sem trazer grandes impactos nas operações das instalações. Isso fez com que fosse criado em maio de 2001 o Programa de Economia de Energia na USP.

O programa teve como diferencial a criação da ideia de “Gestores de Energia”, sendo que cada unidade teria o seu próprio. Eles seriam responsáveis pela formulação de projetos e seus orçamentos, assim como acompanhar suas execuções e os resultados obtidos deles. Para isso, era preferível que eles tivessem uma proximidade maior com a administração da unidade.

Foi iniciada também, uma campanha mais forte para a redução do consumo de energia na universidade, caracterizada por panfletos, cartazes, selos, painéis e pela internet, esta última utilizada como um meio mais rápido de informar os resultados à comunidade.

Para atingir a redução estabelecida, foram criados diversos projetos:

- Diminuir o consumo de energia devido a iluminação por meio do aproveitamento de iluminação natural;
- Manutenção de aparelhos de ar condicionado e restrição de seu uso a apenas onde fosse realmente necessário;
- Estudo do custo de implantação de lâmpadas e equipamentos mais eficientes;
- Difusão de informações relacionadas ao consumo e aos resultados das ações;
- Projeto de capacitação de recursos humanos para o treinamento do corpo técnico de cada unidade sobre a meta estabelecida pelo programa.

O resultado foi uma economia total de 7.292 MWh, o que na época correspondia a aproximadamente R\$938 mil, dos quais aproximadamente metade foi convertido para a obtenção de mais de 15 mil lâmpadas fluorescentes mais eficientes.

É importante ressaltar que, dado o sucesso do programa, diversos projetos continuaram a fazer parte das ações do PURE, como a troca de equipamentos, treinamento, capacitação e divulgação.

Sistema de Gerenciamento de Energia elétrica na USP (SISGEN)

O SISGEN é um sistema criado pelo PURE, que envolve a coleta, análise e monitoramento de dados de consumo de energia em tempo real, caracterizando-o como um instrumento importante para a eficiência no uso da energia. Com ele, é possível estabelecer metas ou projeções de consumo e enviar alertas caso alguma unidade as ultrapassem, evitando que o usuário tenha que monitorar os dados continuamente. A Figura 10 ilustra a interface do programa.

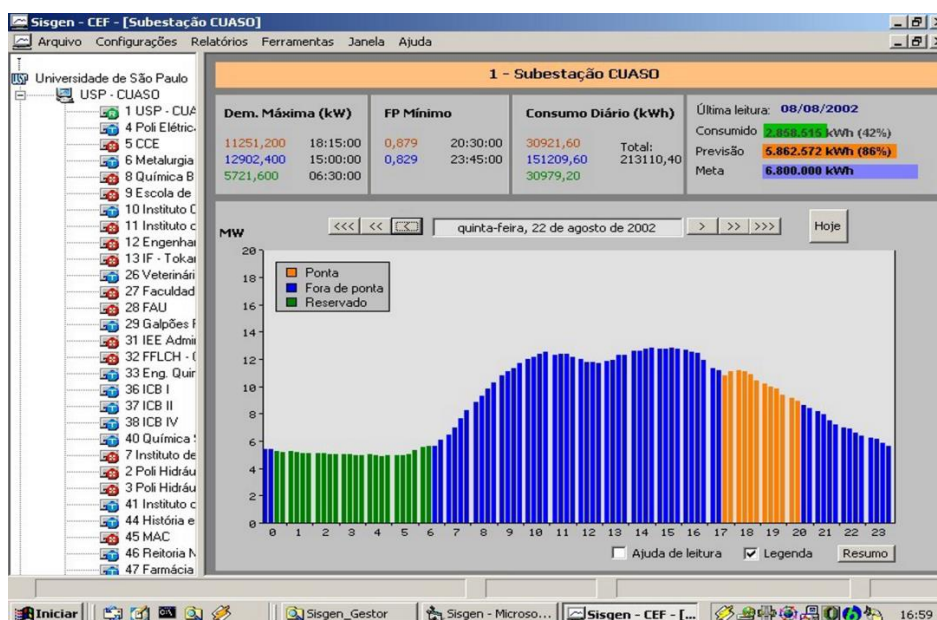


Figura 9 - Interface do software SISGENS

Fonte: Gestão Pública de Energia Elétrica: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP (SAIDEL; FAVATO, 2007).

Desta forma, além de poder ser utilizado para indicar padrões de uso da energia nas unidades analisadas, é possível também indicar ações para minimizar o consumo, promover o uso eficiente e o acompanhamento contínuo das cargas elétricas.

Projetos de Eficiência Energética - PEE

Anualmente, os Gestores de Energia apresentam ao PURE projetos que visam diminuir o consumo de energia elétrica nas instalações de suas respectivas unidades. Uma verba anual é destinada aos projetos que apresentam maior viabilidade e melhores relações de custo-benefício. Pelo fato dos recursos do PURE serem limitados, é essencial a parte dos

investimentos destinados aos PEE proveniente de recursos externos, em especial de concessionárias distribuidoras de energia, como a AES Eletropaulo e a CPFL Paulista.

Até 2015, foram distribuídos um total de: 46 mil reatores, 90 mil lâmpadas, 29 mil luminárias; e 32 sistemas de ar condicionado.

Resultados

O Gráfico 3 ilustra a evolução do consumo de energia na Universidade em relação ao ano de 2000. Os anos de 2001 e 2002 representam o período de racionamento, onde as ações praticadas levaram a uma redução de aproximadamente 10% no consumo. O aumento no ano de 2003 pode ser explicado por um relaxamento natural pós racionamento e às altas temperaturas registradas naquele ano (SAIDEL, 2007). Entre os anos 2005 e 2006, os números foram muito próximos aos de 2000, mesmo com uma maior intensidade das atividades da USP.

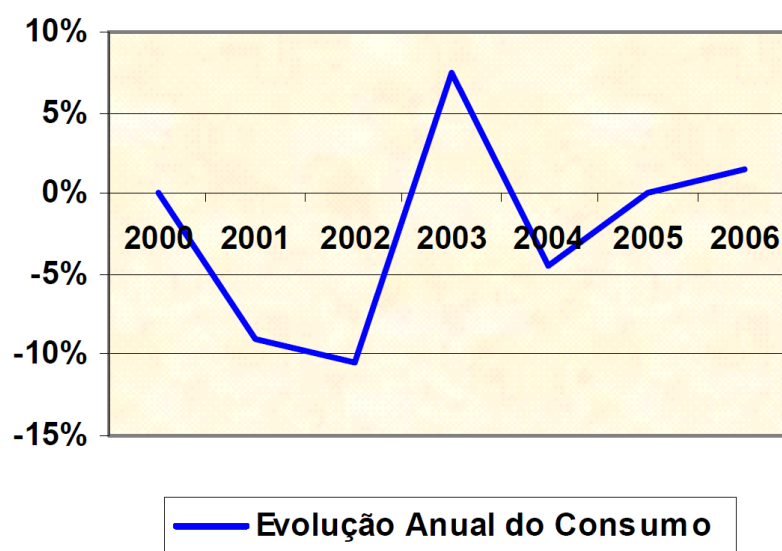


Gráfico 3 – Evolução anual do consumo de energia na USP

Fonte: Gestão Pública de Energia Elétrica: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP (SAIDEL; FAVATO, 2007).

Com base nos dados dos anos anteriores, o programa traçou uma estimativa do consumo de energia que a universidade teria caso medidas para sua redução não tivessem sido tomadas. Calculou-se que essa economia, entre os anos de 2002 e 2006 foi de 132 GWh. Esses dados podem ser observados no Gráfico 4, onde o consumo tendencial (estimado, caso o PURE não existisse) possui um crescimento médio de 7%, enquanto o mesmo parâmetro possui um valor de 3% para o consumo real. Estima-se que até o final de 2014, o PURE foi capaz de gerar uma economia de cerca de R\$ 85 milhões.

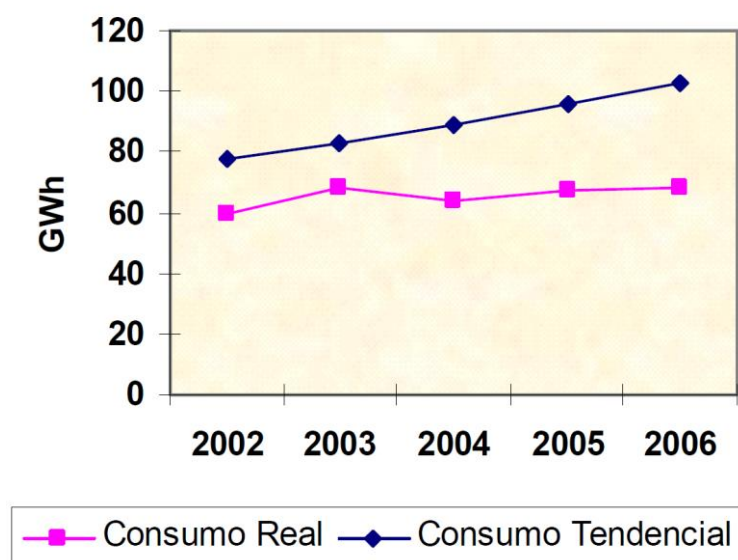


Gráfico 4 – Comparação entre o consumo real e o consumo projetado no CUASO
Fonte: Gestão Pública de Energia Elétrica: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP (SAIDEL; FAVATO, 2007).

3.3.5. Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (PUREFA)

O Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (PUREFA) é um programa criado dentro do PURE USP com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica na Universidade através de ações de eficiência energética, ampliar a geração de energia a partir de recurso renováveis e não convencionais dentro da USP e desenvolver políticas de incentivo ao uso eficiente e racional de energia.

Para atingir esses objetivos, o programa traçou um total de 13 metas, das quais as mais relevantes serão comentadas brevemente a seguir.

Principais projetos

Sistemas de iluminação

O projeto consistiu na troca de lâmpadas, reatores e luminárias em algumas instalações da universidade visando não só maior eficiência energética, como também melhor conforto visual aos usuários.

Resultados obtidos:

IME – Instituto de Matemática e Estatística (Figura 10)

- 15% de redução no consumo;
- 38% de redução na demanda;
- 40% de aumento do nível de iluminação.

CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura

- 41% de redução no consumo.

Poli-Elétrica

- 18% de redução na demanda;
- 20% de redução no consumo.

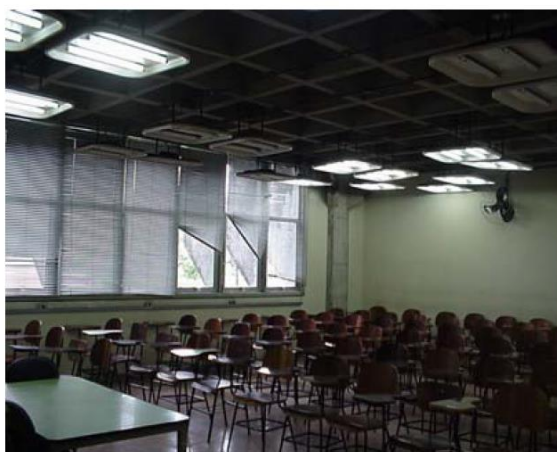


Figura 10- Sala de aula no IME antes (esquerda) e depois (direita)

Fonte: Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas – PUREFA (PUREFA-USP, 2005)

Sistemas de ar condicionado

O programa verificou que em diversos campi, os aparelhos de ar condicionado individuais (os quais representavam mais de 90% dos tipos do aparelho na época) operavam de forma ineficiente devido à falta de manutenção, o que, conseqüentemente, aumentava o consumo de energia. Para agravar a situação, não havia nenhum tipo de informação na universidade sobre o correto dimensionamento do sistema de ar condicionado, nem sobre a compra de aparelhos.

Visto isso, foi estipulada, por exemplo, apenas a compra de aparelhos com Selo Procel nível A ou B. Os usuários foram orientados sobre como operar os aparelhos para que os mesmos tivessem um funcionamento mais eficiente, com informações dispostas como na Figura 11. Além disso, aproximadamente 100 funcionários dos diversos campi da USP foram treinados

com o objetivo de se obter pessoal interno mais qualificado para realizar pequenos reparos nos equipamentos, assim como fiscalizar serviços vindos de terceiros. Todas essas informações estavam disponíveis no site do PURE.

Resultados obtidos:

- Redução média de demanda: 33%
- Redução média de consumo: 26%



Figura 11 - Esquema de banner utilizado para conscientização dos usuários

Fonte: Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas – PUREFA (PUREFA-USP, 2005).

Sistemas de iluminação pública

O projeto consistiu na substituição de um total de 32 postes de luz da Av. Prof. Lineu Prestes visando não apenas diminuir o consumo, como também facilitar a manutenção, já que os novos postes possuem alturas menores dos anteriores.

Resultados obtidos:

- Economia de 66,6%, o equivalente a 12.500 kWh;
- Redução da demanda: 34,6 kW.

Ampliação da capacidade de Geração Fotovoltaica

A instalação de painéis fotovoltaicos no prédio da administração do IEE (Figura 12) permitiu que aproximadamente metade da energia consumida (ou 1.250 kWh) pelo edifício viesse dessa fonte de energia renovável. O objetivo é fazer desse sistema como referência e aplicá-lo em outras unidades da USP.



Figura 12 - Painéis fotovoltaicos instalados no IEE

Fonte: Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas – PUREFA (PUREFA-USP, 2005).

Instalação de sistema de aquecimento solar

Foram instalados coletores solares e um reservatório térmico no Restaurante Central do COSEAS (Figura 13). A energia solar é utilizada para pré-aquecer a água e, assim, reduzir o consumo de gás liquefeito (GLP), além de ajudar a atingir a temperatura ideal (entre 70° C e 80° C) que não era alcançada nos horários de maior demanda (PUREFA-USP, 2005). A água aquecida é utilizada para limpar e esterilizar talheres e utensílios do restaurante.

Resultados obtidos:

- Economia média de R\$4.600,00 por mês.



Figura 13 - Coletores solares instalados no Restaurante Central do COSEAS

Fonte: Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas – PUREFA (PUREFA-USP, 2005).

Implantação de um sistema de geração, purificação e armazenamento de biogás para geração de energia elétrica

O projeto consistiu na implantação no CTH (Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos) de um sistema demonstrativo de captação, purificação e armazenamento de biogás proveniente de um biodigestor (Figura 14), alimentado pelo esgoto já tratado gerado no CRUSP (Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo) e utilizá-lo para gerar energia elétrica.

O sistema é capaz de gerar cerca de 14kWh por dia a partir dos 72 m³ cúbicos gerados diariamente pelo CRUSP e o restaurante central (PUREFA-USP, 2005).



Figura 14 - Biodigestor no CTH

Fonte: Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas – PUREFA (PUREFA-USP, 2005).

3.3.6. Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo (PUERHE-USP)

O Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo é o Programa resultante da fusão dos Programas PURA-USP (Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo) e PURE-USP (Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP). Segundo a Portaria GR n. 6632, de 04 de março de 2015, ele tem “a finalidade de estabelecer diretrizes, propor atuações, avaliar e gerenciar a utilização dos recursos hídricos e energéticos nas Unidades e nos Órgãos da USP, de modo a incrementar a eficiência do uso e reduzir o consumo dos mesmos por meio de ações de caráter tecnológico e comportamental”, cabendo à Superintendência do Espaço Físico da USP as responsabilidades de órgão normativo, controlador e gerenciador de suas atividades (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

Como a fusão é bastante recente, ainda há algumas questões a serem definidas a respeito de como será feita a efetiva integração dos dois programas anteriores, mas o objetivo é manter as atividades já desenvolvidas.

3.3.7. ATLAS

O ATLAS é um sistema patrimonial e de espaço físico desenvolvido para aperfeiçoar a gestão dos espaços físicos da Universidade de São Paulo. É um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com um banco de dados georreferenciado, onde se permite a busca de informações sobre o espaço físico cadastrado e sua visualização em mapas. O Sistema Atlas é uma importante ferramenta de articulação interdisciplinar, que permite o aprimoramento das atividades de gestão e planejamento da Cidade Universitária “Armando de Campos Salles Oliveira”, feito numa parceria entre a Superintendência do Espaço Físico (SEF) com o Laboratório de Informatização do Acervo (LABARQ) e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) (SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO, 2013).

A motivação para a criação do programa foi a necessidade da criação de um sistema integrado de mapeamento e informação da Universidade. Diversos projetos utilizavam bases diferentes de mapas e os atualizavam independentemente. Uma consolidação de todos esses dados traria benefícios a todas as partes envolvidas, levando, assim, à criação do projeto ATLAS.

O mapeamento das áreas externas conta com 145 camadas de informação divididas em grupos (Edificação, Vegetação, Mobiliário Urbano, Sistema Viário, Hidrografia, Topografia e Infraestrutura – Água e Incêndio, Esgoto, Drenagem, Dados e Voz, Elétrica e Mista). Na CUASO, tem-se 385 edificações cadastradas com mais de 19.000 ambientes levantados, aos quais foram anexados mais de 24 mil arquivos, entre fotos, plantas CAD e outros documentos. O usuário tem acesso a estes documentos através da interface gráfica do programa (Figura 15, Figura 16 e Figura 17). É possível acessar um grande acervo técnico disponível sobre o campus, com informações sobre os elementos de infraestrutura urbana (como pontos de ônibus, bolsões de estacionamento, postes de iluminação, por exemplo), e sobre as edificações do campus, tendo acesso até mesmo aos ambientes internos, como salas de aula, anfiteatros e sanitários.



Figura 15 – Interface gráfica do Programa

Fonte: Projetos Especiais: Sistema ATLAS (SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO, 2013).

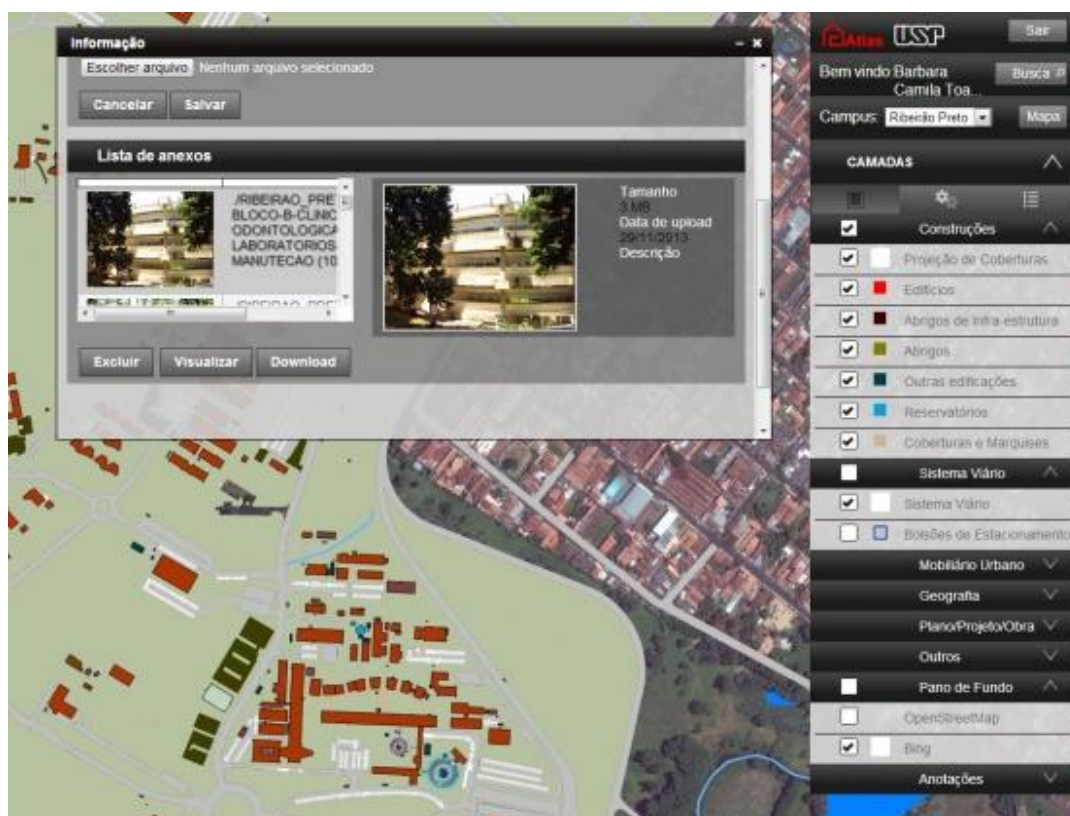


Figura 16 – Interface gráfica do programa

Fonte: Projetos Especiais: Sistema ATLAS (SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO, 2013).

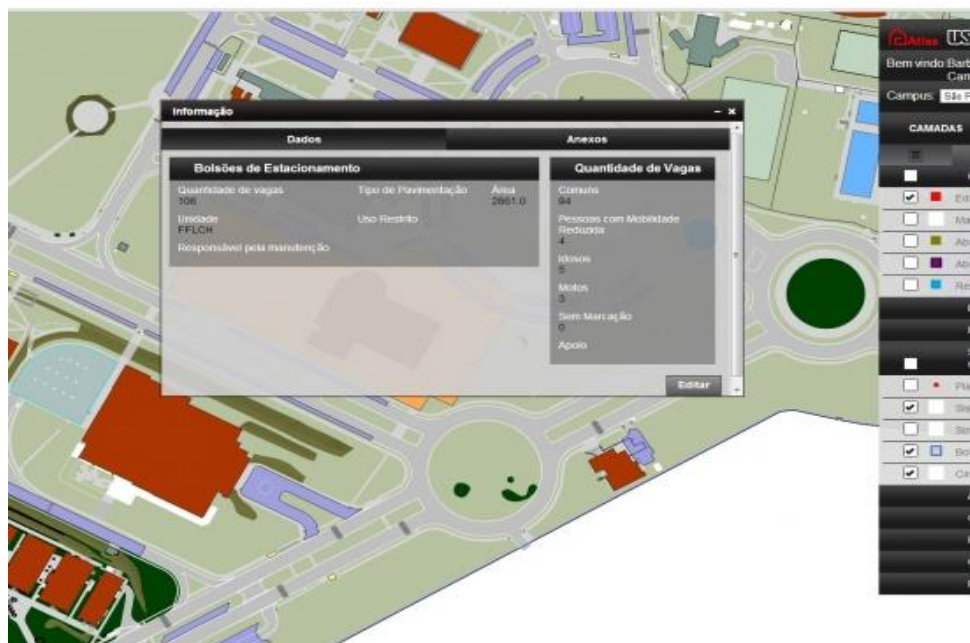


Figura 17 – Interface gráfica do programa

Fonte: Projetos Especiais: Sistema ATLAS (SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO, 2013).

O sistema foi desenvolvido em 3 plataformas: ATLAS Desktop, ATLAS Web e ATLAS Mobile. O ATLAS Desktop (Figura 18) é um sistema já implantado na Universidade, que deve ser instalado em cada computador a ser utilizado para o gerenciamento patrimonial. O ATLAS Web (Figura 19), por sua vez, está em fase de desenvolvimento, mas não necessita de instalação, podendo ser acessado pela internet, como usuário ou visitante (neste caso, com acesso a menos funções). O ATLAS Mobile (Figura 20), por fim, também se encontra em fase de desenvolvimento e é um sistema de controle patrimonial realizado por aparelhos móveis, facilitando seu uso (GESPAÇO, 2013).

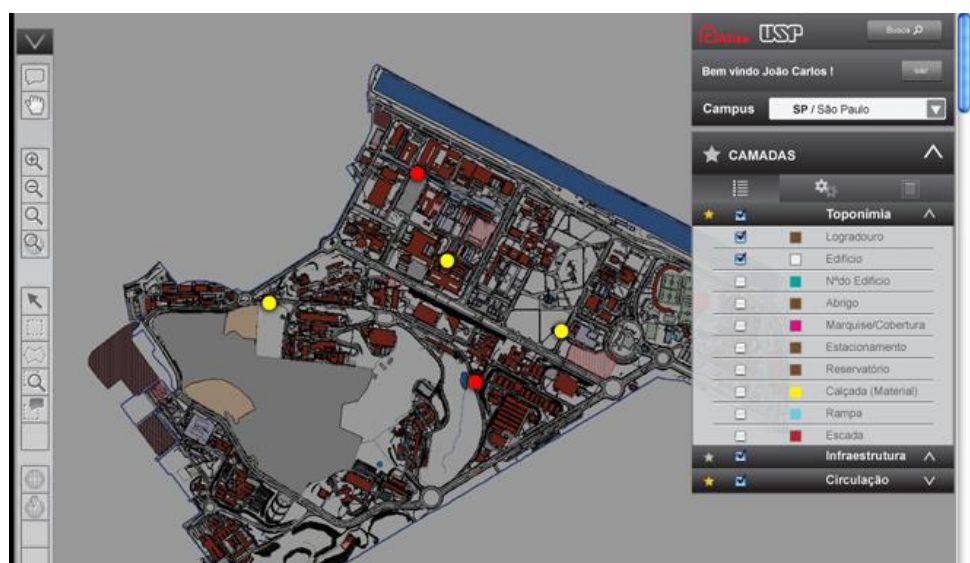


Figura 18 – ATLAS Desktop

Fonte: ATLAS USP (GESPAÇO, 2013).

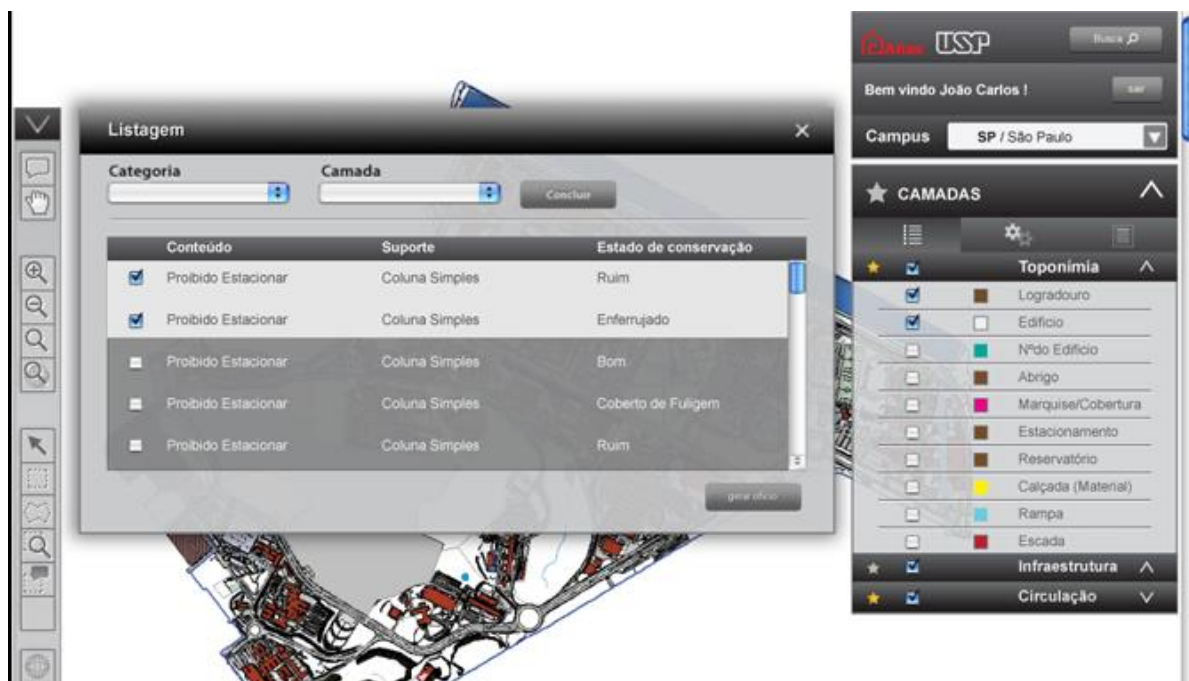


Figura 19 – ATLAS Web
Fonte: ATLAS USP (GESPAÇO, 2013).



Figura 20 – ATLAS Mobile
Fonte: ATLAS USP (GESPAÇO, 2013).

3.3.8. Poli USP Recicla

O Programa Poli USP Recicla teve início em 2006 e se dedica a promover a gestão sustentável dos resíduos dentro da Universidade. A diversidade de atividades executadas na Escola Politécnica leva a geração dos mais variados tipos de resíduos, desde resíduos comuns de

escritórios até resíduos de diferentes laboratórios, fato que motivou a criação do programa, composto pelos projetos discriminados a seguir.

Gestão de lâmpadas fluorescentes e mistas

A Escola Politécnica, por ocupar uma extensa área, utiliza uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes por ano, cerca de 3.000 unidades. Por serem resíduos perigosos, as lâmpadas queimadas ou quebradas devem ser dispostas corretamente, com tratamento adequado, para evitar riscos de contaminação. O objetivo do projeto é atingir zero lâmpadas fluorescentes e mistas descartas em locais inadequados. Para isso, foi elaborado o processo de gestão, que consiste em identificar os pontos de coleta, contratação de serviços de coleta, descontaminação e destino final dos resíduos por uma empresa especializada.

Até março de 2015, um total de 36.670 lâmpadas foram descontaminadas e foram recuperados 293g de mercúrio metálico. Além disso, atingiu-se o objetivo inicial do projeto em relação ao descarte correto de lâmpadas. O Gráfico 5 ilustra o descarte de lâmpadas nos últimos 5 anos.

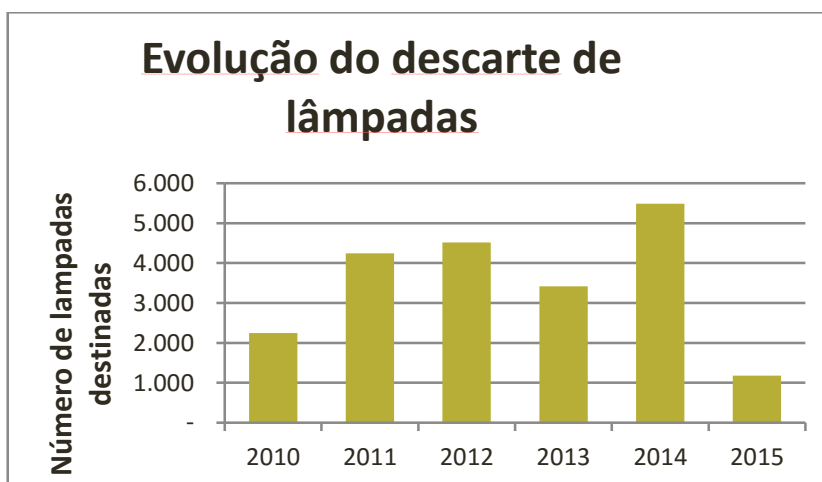


Gráfico 5 - Quantidade de lâmpadas corretamente destinadas nos últimos 5 anos
 Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).



Figura 21 - Coletor para lâmpadas usadas na Escola Politécnica
 Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).

Gestão de pilhas e baterias

Pilhas e baterias são considerados materiais perigosos por conterem metais pesados em sua composição. Quando dispostas incorretamente, estes metais que as compõem, além de provocarem danos no meio ambiente, apresentam riscos à saúde pública, já que podem atingir o organismo humano pelo contato direto, inalação ou até mesmo pela cadeia alimentar, através de água ou alimentos contaminados (Barbosa; El-Bachá, 2015). A gestão desses resíduos pelo programa ocorre de forma bastante semelhante ao de lâmpadas fluorescentes, com coletores similares ao encontrado na Figura 21. Estima-se que ao longo dos sete anos de projeto, foram coletadas mais de 4,44 toneladas desse tipo de resíduo. O Gráfico 6 ilustra a evolução de seu descarte durante este período.

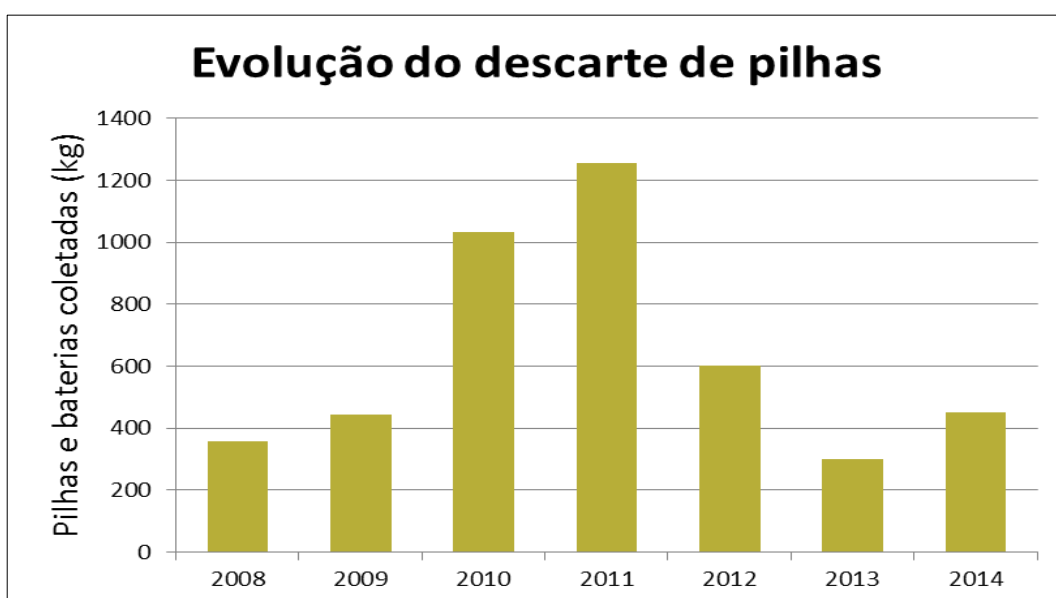


Gráfico 6 – Peso total de pilhas e baterias coletas ao longo dos anos
Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).



Figura 22 - Coletor de pilhas e baterias usadas na Escola Politécnica
Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).

Coleta Seletiva de resíduos não perigosos

Atualmente, todos os prédios da Escola Politécnica possuem coleta seletiva integral. É comum encontrar as lixeiras como as da Figura 22 espalhadas pelas unidades. Essa abrangência e o fato deste tipo de resíduos ser mais comum contribuem para a alta quantidade de resíduos coletada. Apenas em 2014, foram coletadas mais de 48 toneladas. O Gráfico 7 apresenta o peso total de material coletado nos últimos 6 anos.

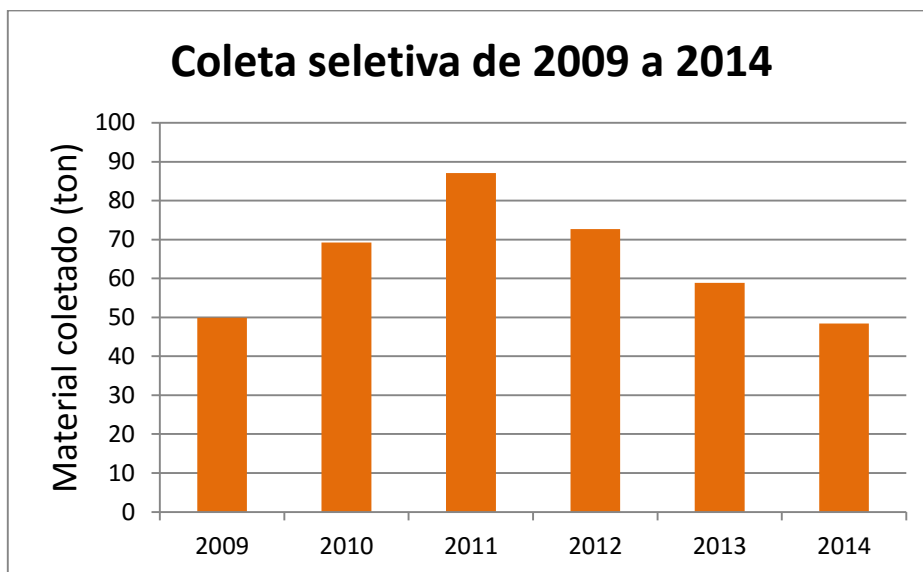


Gráfico 7 - Peso total de resíduo comum coletado desde 2009

Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).

É importante ressaltar que o fato da quantidade de material coletado ter diminuído entre os anos de 2011 a 2014 demonstra o sucesso das ações promovidas para a redução de geração de resíduos, não estando relacionado a possíveis falhas no programa ou falta de engajamento dos usuários.

Duas vezes ao ano, a equipe do Poli USP Recicla realiza a “Semana dos Indicadores”, onde são coletadas amostras de diversos coletores para pesar a quantidade de lixo comum entre os recicláveis, como papel higiênico ou engordurado, e a quantidade de resíduo reciclável no meio do lixo comum. Os resultados estão dispostos no Gráfico 8.

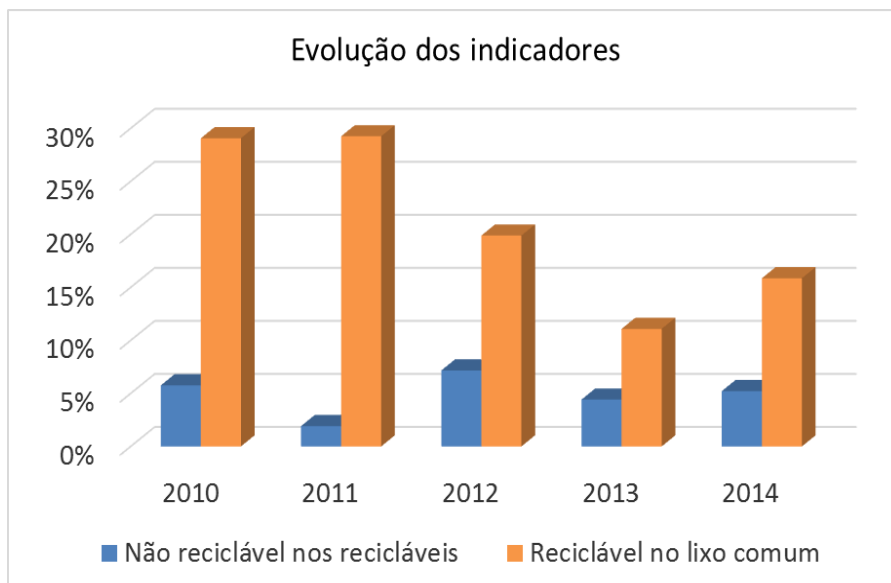


Gráfico 8 – Evolução dos indicadores de descarte incorreto de resíduos
Fonte: Relato de Experiência do Poli USP Recicla (BARBOSA; EL-BACHÁ, 2015).

Embora os números indiquem bons resultados, ainda é necessário o desenvolvimento de campanhas contínuas junto aos usuários para informá-los sobre os diferentes tipos de resíduos existentes, assim como o que pode ou não ser reciclado.

3.3.9. Plano mestre de iluminação do CUASO

Até o ano de 2013, a iluminação pública dentro da CUASO possuía qualidade regular. Os postes com lâmpadas de vapor de sódio ou de mercúrio não eram capazes de iluminar as ruas do campus adequadamente do ponto de vista de segurança. A solução encontrada foi a utilização de luminárias de LED e o uso de telegestão para um controle eficaz do sistema.

A partir do final de 2013, começaram a ser instaladas as primeiras das 7.200 novas luminárias com lâmpadas LED no campus, aproximadamente o dobro do que havia na época. O uso de LEDs de luz branca, além de ampliar a percepção do entorno e aumentar a sensação de segurança, permitem uma melhor distribuição da luz, uma durabilidade quatro vezes maior e menos manutenção se comparado com lâmpadas de vapor metálico (Assessoria de Imprensa da USP, 2013). A Figura 23 mostra a diferença dos dois tipos de iluminação.

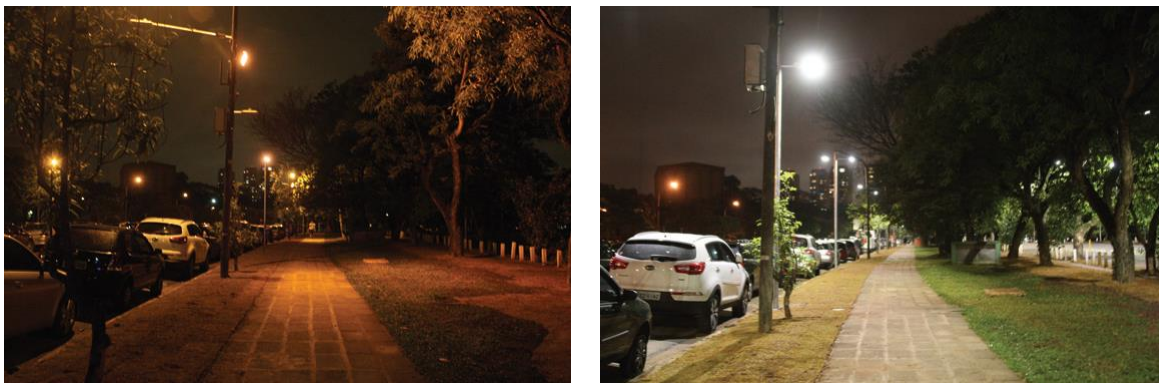


Figura 23 – Situações anterior (esquerda) e após (direita) à troca dos postes de luz na CUASO
Fonte: Tecnologias para comunicação e sensoriamento de Cidades Inteligentes: IoT na Iluminação Pública (MARTINI, 2015b).

O aumento no número de luminárias ocorreu por dois motivos. Primeiramente, a altura dos postes foi diminuída, de modo que haja menos interferência da vegetação com a iluminação, reduzindo a necessidade de poda das árvores. A altura menor do poste diminui o raio de alcance de sua iluminação, sendo assim necessária a instalação de mais luminárias. O segundo motivo está ilustrado na Figura 24. A maioria dos postes hoje possui dois suportes de iluminação: um com foco voltado para a rua e outro direcionado à calçada, diferente do que ocorria no passado. Esse novo modelo dá uma atenção maior às áreas de trânsito de pedestres, estacionamentos e outros pontos de uso frequente de usuários.

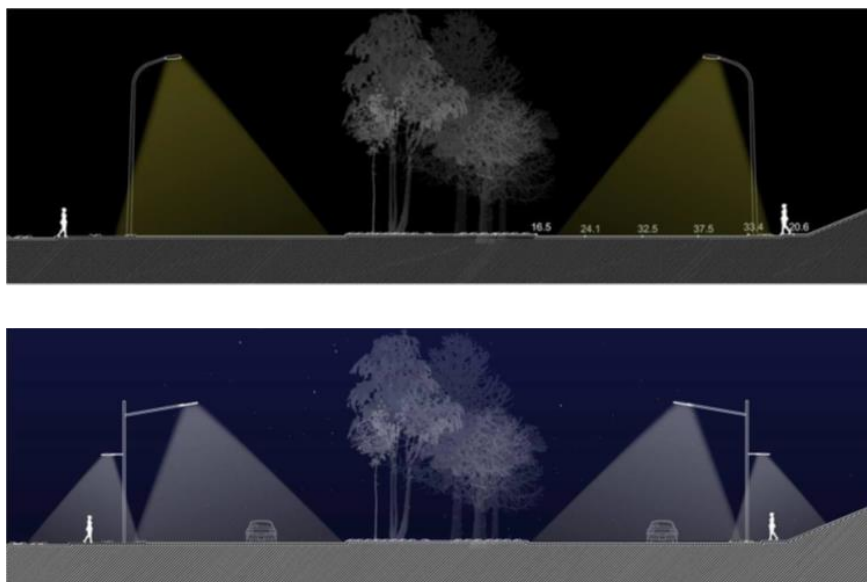


Figura 24 - Situações anterior (acima) e após (abaixo) à troca dos postes de luz na CUASO
Fonte: Tecnologias para comunicação e sensoriamento de Cidades Inteligentes: IoT na Iluminação Pública (MARTINI, 2015b).

Além disso, o novo sistema de iluminação pública é monitorado remotamente em tempo real, permitindo a observação do consumo de energia individual de cada poste, detecção de falhas,

gerenciamento proativo da manutenção e o controle pontual de níveis de iluminação de acordo com as necessidades de cada espaço, permitindo uma economia de energia elétrica de até 50% em relação a tecnologias convencionais (Martini, 2015). É estimado que o investimento inicial de aproximadamente R\$40 milhões seja amortizado dentro de 4 anos devido a economia que este novo sistema traz.

3.3.10. Sistema Integrado de Gestão da Infraestrutura Urbana (SIGINURB) na Universidade de São Paulo

Dispor de um sistema integrado de gestão da infraestrutura de uma cidade é essencial para o desenvolvimento de uma “*smart city*”. A ideia é integrar os diversos processos urbanos existentes: água potável, esgoto, trânsito, telecomunicações, dentre outros. Assim, por meio da coleta de informações provenientes do uso de equipamentos para a automação e controle destes processos, é possível fazer com que eles se comuniquem, conforme mostra a Figura 25.

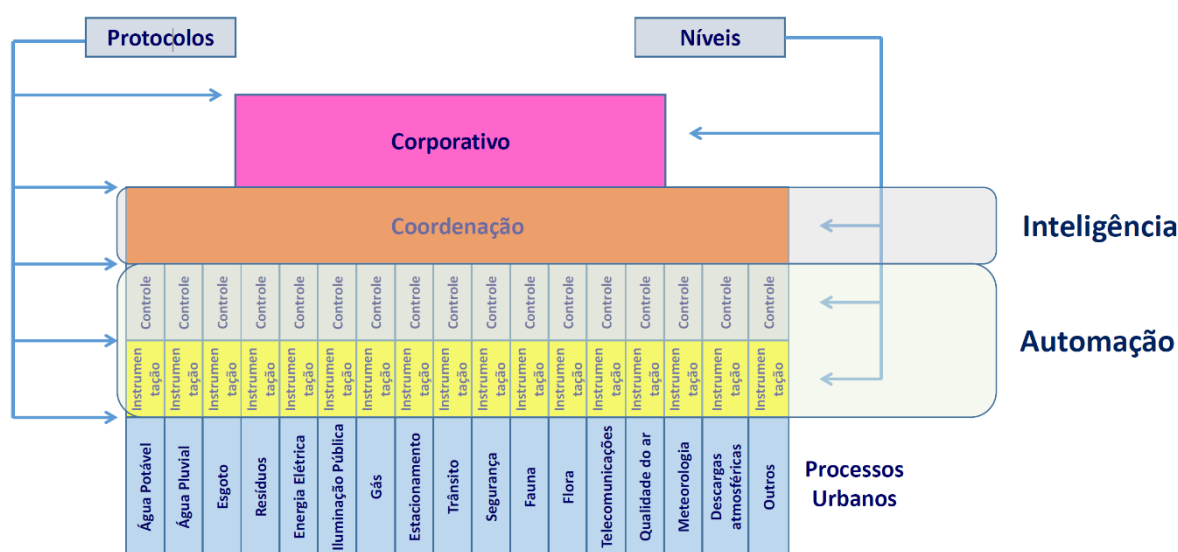


Figura 25 – Estrutura de um Sistema de Gestão Integrado da Infraestrutura Urbana
Fonte: Tecnologias para comunicação e sensoriamento de Cidades Inteligentes: IoT na Iluminação Pública (MARTINI, 2015b).

A aplicação deste conceito na USP se mostra viável por já possuir diversos processos automatizados devido aos programas existentes na Universidade, como o monitoramento de consumo de água (PURA) e energia (PURE), o sistema de iluminação pública com telegestão executado pela prefeitura do campus e o Projeto Chuva Online, administrado pelo IAG.

A maior dificuldade está na coordenação desses processos e identificar as interferências mútuas. É nesse momento que se atinge o conceito de inteligência.

É esperado que, até 2017, esteja completamente instalado o Sistema Integrado de Gestão da Infraestrutura Urbana (SIGINURB) na CUASO.

4. CAPÍTULO IV – Análise de soluções inteligentes aplicáveis ao campus “Armando de Salles Oliveira”

Como evidenciado nos capítulos anteriores, a complexidade e a amplitude das ideias inteligentes exigem, para a proposta de soluções inteligentes específicas a uma localidade, compreender os conceitos, a estruturação, as aplicações e limitações atreladas a esta nova forma de planejar o meio urbano. Além disto, e, principalmente, é preciso entender as especificidades de cada local em que as ideias serão aplicadas e identificar e hierarquizar suas necessidades.

Assim, selecionou-se um conjunto de soluções específicas aplicáveis ao campus “Armando de Salles Oliveira”. Essencialmente, como será apresentado, utilizou-se como base exemplos de referência adotados em diversos locais do mundo, assim como programas, iniciativas e particularidades do campus da USP, tendo-se sempre em mente possíveis limitações, como orçamento e sistemas de gestão e governança.

4.1 Categorização do campus inteligente

Da mesma forma que para as cidades inteligentes há uma categorização dos serviços e áreas críticas para o desenvolvimento de soluções, no campus não é diferente. Contudo, não será utilizada a mesma divisão feita no item 4.3.1 deste relatório, afinal, aquela fazia parte de uma visão geral à qual cidades são organizadas.

Para o campus, é necessário adaptar esta organização por três motivos principais: universidades possuem responsabilidades e serviços distintos quando comparados aos das cidades, de forma que as prioridades em investimento, por exemplo, também mudam; a interação entre usuários é mais intensa, tornando o ambiente mais propenso à discussão de ideias e compartilhamento de conhecimento e percepções; e, em termos de distribuição geográfica, o perfil dos usuários é menos variável quando comparado a bairros, por exemplo, facilitando a compressão pela administração pública das necessidades locais.

Portanto, foram definidas as seguintes macroáreas para definição de soluções inteligentes no campus “Armando de Salles Oliveira”:

- A. Água, Energia e Resíduos:** vista a forte preocupação atual com a utilização de recursos naturais e geração de resíduos, é impraticável se discutir o futuro de um campus ou

cidade sem analisar estes pontos. Especificamente para o campus, conforme visto no capítulo III, os consumos de água e energia, a utilização de fontes renováveis para a produção de eletricidade e o controle/destinação dos resíduos gerados nas unidades são pontos chave para a busca de um ambiente urbano mais consciente e sustentável. Para isto, as práticas inteligentes podem auxiliar significativamente no monitoramento e na otimização destes sistemas, além de informar o usuário sobre suas responsabilidades ambientais.

- B. Comunicação:** uma das principais deficiências atestadas no campus é a falta de interação entre os seus usuários, prefeitura e as diversas unidades. As informações são muito desconexas, há dificuldade de acesso a informações sobre eventos, exposições, oportunidades de pesquisa, cursos, palestras, opções de restaurantes, ou até mesmo congestionamento viário, ou outros problemas de infraestrutura. Desta forma, há necessidade de integrar e disponibilizar estas informações aos usuários para que estes sejam beneficiados e, também, auxiliem os órgãos administradores na tomada de decisão.
- C. Mobilidade:** a entrada, saída e movimentação de pessoas no campus por meio de diversos modos de transporte afetam radicalmente o bem-estar dos usuários e a interação entre unidades. Pelo fato de a maioria dos usuários ter rotinas semelhantes no campus, como horários de início e fim das aulas, ida aos mesmos refeitórios e saída pelos mesmos portões, a utilização de tecnologia e análise de dados podem otimizar a mobilidade no campus, assim como estimular o uso de outros modos de transporte.
- D. Segurança Pública e Comunidade:** nos últimos anos, os problemas recorrentes da falta de segurança no campus intensificaram o foco da administração no setor. A relação do campus com seu entorno e usuários pode ser intensificada por meio da aplicação de ideias inteligentes que garantam policiamento e monitoramento adequados, assim como a confiabilidade das pessoas em utilizar o espaço público, tornando o campus mais ativo e, consequentemente, seguro.

Assim, com base nas áreas prioritárias para o desenvolvimento de soluções inteligentes no campus “Armando de Salles Oliveira”, segue-se com o detalhamento de cada uma destas.

4.2 Soluções selecionadas passíveis de aplicação a CUASO

I. Totens informativos sobre consumo de água e eficiência energética das unidades (Categorias A e B)

Como já visto, o ambiente urbano inteligente só pode ser concretizado à medida que cidadãos e organizações públicas e privadas participam efetivamente do processo de planejamento e desenvolvimento urbano. O engajamento é uma forma clara e direta de demonstrar aos diversos grupos e interesses envolvidos os benefícios que a integração e compartilhamento de informações podem trazer.

Neste sentido, a utilização de totens informativos concretiza esta comunicação. Como exemplo, na cidade de Charlotte, Carolina do Sul (Estados Unidos), foram instalados totens nas entradas de alguns edifícios comerciais (Figura 26) que informam o consumo em tempo real de energia, água, além da quantidade diária de resíduos produzido. Com isto, constatou-se uma conscientização dos usuários quanto às suas responsabilidades ambientais, fazendo com que o gasto e desperdício diminuísse em torno de 20% (ENVISION CHARLOTTE, 2012).

Da mesma forma, desde 2012 na cidade de *Issy-les-Moulineaux* (França), um consórcio de empresas do setor energético investiu na instalação de sensores de monitoramento de consumo de energia em 200 residências e quatro edifícios comerciais. Os dados captados eram disponibilizados em tempo real para todos da cidade em um aplicativo de celular que informava o consumo e as economias de cada lugar. Com isto, os cidadãos, cientes de seus respectivos consumos, tomaram medidas que reduziram o consumo em torno de 10 a 20% (SMART CITIES COUNCIL, 2013).



Figura 26 - Totens informativos em prédios comerciais na Carolina do Sul (ENVISION CHARLOTTE, 2012)

Assim, propõe-se a instalação de totens informativos nos edifícios de cada uma das unidades do campus. As informações de consumo de água e energia seriam captadas através de sensores instalados nas redes de fornecimento, direcionadas aos totens e disponibilizadas aos usuários de forma atrativa e interativa. Poderiam também ser coletadas informações como as condições da qualidade do ar, resíduos gerados, além de compartilhar os dados de outras unidades no campus.

Através desta solução, conforme citado anteriormente, busca-se promover conscientização dos usuários quanto à responsabilidade com os recursos naturais, fazendo com que estes sejam consumidos racionalmente; consequentemente, há uma diminuição nos gastos para a administração pública. Além disto, o acesso aos dados de consumo causa maior transparência quanto ao serviço prestado, evitando questionamentos e conflitos tanto à prefeitura do campus como às companhias responsáveis pelo fornecimento.

Tendo o engajamento dos usuários como um desafio a ser superado, pode-se promover, adicionalmente, competições entre as unidades para estimular a conscientização e, ainda, disponibilizar os dados em aplicativos de celular.

II. Lixeiras inteligentes e autossustentáveis (Categorias A, B e C)

Como a geração de resíduos sólidos urbanos gera grande impacto financeiro e ambiental, a criação de soluções que proponham a melhor gestão desses é essencial. Sendo assim, a instalação de lixeiras mecanizadas a energia solar, instaladas na CUASO, compactariam o lixo e poderiam monitorar o volume gerado no campus.

Como exemplo, na cidade de Boston (Estados Unidos) foram instaladas 600 destas lixeiras - chamadas de “*Big Belly*” – que, em apenas um ano, geraram uma economia de US\$ 13 milhões ao município. Esta economia é advinda tanto da otimização do serviço de coleta quanto do aumento da receita com a venda de matérias recicláveis (REVISTA ECOLÓGICO, 2014). Com capacidade de armazenamento de 120 litros, a “*Big Belly*” – Figura 27 – é equipada com um compactador automático de 500 kg de força, o que permite acondicionar até seis vezes o seu volume, totalizando 660 litros ou 30 quilos de lixo. Os 60 litros restantes são equivalentes ao espaço que deve ficar livre para o funcionamento do compactador (REVISTA ECOLÓGICO, 2014).



Figura 27 – “Big Belly”: lixeiras inteligentes
Fonte: HAZEL CHUA, 2013⁸.

A lixeira utiliza energia solar captada em placas fotovoltaicas instaladas em seu topo para o funcionamento e, também, conta com um sensor que identifica o volume de lixo e, conforme este volume, realiza a compactação do material. Este monitoramento informa o operador do serviço de coleta por SMS ou e-mail quando as lixeiras estão cheias, gerando uma queda na frequência da coleta de até 70%. Além de tudo, a lixeira pode ser instalada em diversas configurações, com módulos independentes para acondicionamento de lixo orgânico, de plástico, metal, papel e vidro (sendo este último não compactado).

Como benefícios, pode-se citar o aumento da eficiência e qualidade do serviço de limpeza urbana, redução de custos e frequência de coleta de resíduos, bem como do volume do material armazenado e a demanda por espaço em aterros sanitários (se associado à coleta seletiva, reaproveitamento e reciclagem). A menor frequência de coleta acarreta em uma menor circulação de caminhões de coleta do lixo e, assim, diminui o impacto no trânsito e reduz as emissões de gases de efeito estufa. Como mencionado, os diversos módulos de acondicionamento aumentam o volume de material reciclado. A lixeira é completamente vedada e evita o mau cheiro, retém o chorume gerado e impede a violação por animais. A lixeira é confeccionada em aço estampado, tendo altíssima resistência a impactos e calor, tendo vida útil estimada de até 15 anos, enquanto que as lixeiras de plástico costumam ser trocadas anualmente. O maior desafio a ser enfrentado é o alto custo das lixeiras inteligentes que, atualmente, custam em média R\$11 mil/unidade, enquanto as de plástico R\$1200/unidade (REVISTA ECOLÓGICO, 2014).

⁸ CHUA, H. **Big Belly is a Smart Trash Can that Lets Collectors Know When It's Full**. Blog Oh Gizmo. 2013. Disponível em: <<http://www.ohgizmo.com/2013/05/08/big-belly-is-a-smart-trash-can-that-lets-collectors-know-when-its-full/>>. Acesso em: 18 jun. 2015

III. Uso inteligente da água no Campus (Categorias A e B)

O uso da água tem grande impacto na sociedade: não apenas é um recurso finito, como é essencial à sobrevivência. A cidade de São Paulo passa por um período crítico no abastecimento de água, o que ressalta a importância da adoção de medidas que racionalizem o uso de água.

Para esta solução, o primeiro passo da implantação seria a continuação do PURA na CUASO e análise da possibilidade de aprimoramento do mesmo. Pode-se realizar uma nova análise dos equipamentos que estão sendo utilizados para se assegurar que são os mais eficientes, ou se atualmente já existem outros que possam reduzir ainda mais o consumo. É necessário continuar a campanha de divulgação e conscientização, uma vez que isto traz impacto direto na racionalização das atividades. Práticas como o reuso de água de chuva e a reserva de água podem ser estudadas e incentivadas. Além disso, é necessário que exista clara definição dos gestores responsáveis pela implantação e manutenção do programa, para que o mesmo seja efetivo.

Contudo, alguns desafios precisam ser vencidos: a resistência em trocar os aparelhos, principalmente por conta da geração de custos que isto causaria num primeiro instante; a necessidade de conscientização dos usuários e dos administradores a respeito da importância destas medidas; e mesmo os aspectos burocráticos das iniciativas, uma vez que o campus está sob administração pública.

IV. Análise da eficiência energética no Campus (Categorias A, B e D)

Um aspecto crítico da infraestrutura de cidades é a gestão do consumo energético. Hoje, praticamente tudo é relacionado à energia: conforto térmico e luminoso, meios de transporte, equipamentos e ferramentas de trabalho e até abastecimento de água. A dependência de meios energéticos é, portanto, cada vez maior, e a busca por fontes energéticas alternativas é um reflexo disto. No entanto, em um primeiro momento, é necessário avaliar o processo de consumo existente, buscando formas de otimização dos mesmos.

No próprio campus da Cidade Universitária já existe um programa para a racionalização do uso energético, o antigo PURE-USP e atual PUERHE-USP (Programa Permanente para o Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo). Através de metas, foram tomadas ações de eficiência energética e estabelecidos programas de divulgação

e conscientização da importância do uso racional de energia. Isto impacta não apenas na redução e otimização do consumo, como causa redução de custos. Por meio da implantação desses programas, são adotadas medidas que visem à otimização da eficiência energética, tanto pelo uso de equipamentos mais eficientes como pelo aproveitamento de fontes naturais de energia, como: troca dos equipamentos elétricos (como lâmpadas e aparelhos de ar condicionado) por outros mais eficientes, substituição do sistema de iluminação pública por um mais eficiente e inteligente (integrado a fontes naturais de iluminação), ampliação da geração fotovoltaica, instalação de aquecimento solar, entre outras. É possível, ainda, analisar a possibilidade de automação dos aparelhos elétricos, de forma que eles funcionem somente quando necessário e com intensidade adequada. Além, deve-se manter a campanha de conscientização do usuário.

No entanto, há desafios à adoção de tais medidas. Primeiro, o custo inicial de implantação: sendo a Universidade um órgão público, a troca de equipamentos e a instalação de novos recursos estão sujeitos a disponibilidade de recursos, processo administrativo burocrático e fatores políticos. Além disso, a colaboração do usuário é fundamental na operação de muitos sistemas e instalações. É preciso que se faça um trabalho destacando a importância da implementação de práticas inteligentes no que se refere ao consumo energético.

V. Aplicativo de celular para divulgação de informações, notícias e eventos no campus (Categorias B e D)

Com o advento dos *smartphones*, redes sociais, internet sem fio e armazenamento de dados em nuvem, a comunicação entre as pessoas vem sofrendo constantes mudanças. Empresas têm se especializado cada vez mais em mídia social, relacionamento direto com o cliente e análise de dados para o reconhecimento de padrões de navegação e consumo. Na verdade, a informação sempre existiu, a novidade é a forma como esta circula atualmente. As tecnologias da informação e da comunicação estão transformando nossa sociedade e criando hábitos e atitudes que começam a definir uma nova época (RAMALHO, 2010).

No caso do campus, há uma infinidade de informações dispersas (ou até mesmo perdidas), seja em páginas da internet, eventos em redes sociais, centros de informações físicos ou até mesmo anúncios de aulas particulares e palestras fixados em pontos de parada de ônibus. Esta falta de

integração e difusão de dados impede que os usuários sejam favorecidos pelas diversas oportunidades de conhecimento e ideias reunidas no campus.

Desta forma, o desenvolvimento de um aplicativo de celular para divulgação do que acontece no campus concretizaria esta integração de dados e acesso tão necessária. Baseando-se em algumas aplicações já existentes em universidades norte-americanas, como na “Harvard University”, “Rutgers, The State University of New Jersey” e na “The Pennsylvania State University” (Figura 28), o aplicativo sugerido para o campus da USP traria informações como: cardápio dos bandejões, divulgação de palestras, seminários e eventos nas unidades, exposições no Museu de Arte Contemporânea (MAC), notícias e informes da prefeitura, mapa com a localização das unidades, entre outras diversas formas de interação com os usuários do campus.



Figura 28 - Aplicativos existentes em universidades norte-americanas

Fonte: Página da “Harvard Gazette”⁹; Página do “Penn Current”¹⁰; Página do “Rutgers Office of Information Technology”¹¹.

Além de promover o acesso à informação sobre as oportunidades ofertadas no campus, o aplicativo proporcionaria comodidade aos usuários, que encontram o que precisam na palma de suas mãos; integraria as unidades ao compartilhar eventos e atrair públicos de áreas diversificadas; promoveria um canal direto de comunicação da prefeitura com os usuários; e estimularia, cada vez mais, a participação destes ao mantê-los conectados ao ambiente da universidade.

⁹ Disponível em: <<http://news.harvard.edu/gazette>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

¹⁰ Disponível em: <<http://upenn.edu/pennnews/current>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

¹¹ Disponível em: <<http://rutgersit.rutgers.edu>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

A concepção de aplicativo capaz de lidar com a diversidade de dados é, com certeza, o principal desafio para implementar a solução. Contudo, acredita-se que os próprios alunos possuam o conhecimento para tal, basta organização e financiamento para superar essas barreiras.

VI. Cartão USP integrado aos serviços existentes na Universidade (Categorias C e D)

Atualmente, todos os estudantes e servidores da USP possuem o cartão USP. Ele permite, dentre outros, acesso a certas instalações, aluguel de livros em bibliotecas e funcionam como forma de pagamento nos restaurantes universitários (COSEAS) espalhados pelo campus. Embora ele já desempenhe estas funções, ainda são poucas quando se considera os usos que universidades ao redor do mundo estão incluindo em dispositivos dessa natureza.

Na Universidade de New South Wales, na Austrália, por exemplo, o cartão de estudante dá aos estudantes acesso aos laboratórios que eles utilizarão ao longo do semestre, aos diferentes prédios da universidade durante o período noturno e aos alojamentos universitários. Ele também é utilizado como pagamento para a impressão e cópias em impressoras e fotocopiadoras da universidade a partir de recargas em dinheiro feitas *online* (UNSW, 2015).

Na Universidade Rutgers, nos Estados Unidos, o conceito é levado ainda mais a fundo, permitindo que os estudantes utilizem seus cartões (ou “*RUconnection card*”) para a compra de itens nas lojas da universidade, refeições nos diversos restaurantes e cafés dentro do campus e para o pagamento em máquinas de bebidas e comidas (RUTGERS, 2007). Tais funções aparecem também nos cartões dos alunos da Universidade de Victoria, no Canadá (Figura 29) (UNIVERSITY OF VICTORIA, 2015).



Figura 29 – Pagamento de refeição utilizando a carteira de estudante na Universidade de Victoria
Fonte: Página do *One Card* da “University of Victoria”¹².

¹² Disponível em: <<https://www.uvic.ca/onecard/>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

Na CUASO, o controle de acesso em todas as instalações após o período noturno poderia trazer benefícios aos estudantes, funcionários e docentes em relação à segurança, enquanto o acesso controlado a laboratórios seria capaz de indicar quais usuários estavam dentro da instalação caso alguma irregularidade ocorra, como furtos ou acidentes. Outras utilizações, além das já mencionadas, seria utilizar o cartão para o bloqueio e desbloqueio de armários nos quais os estudantes guardam seus pertences. Também seria possível integrar o Bilhete USP, que dá acesso gratuito aos ônibus circulares, ao cartão USP e, a partir do mesmo, permitir o aluguel de bicicletas em estações de compartilhamento.

Dessa forma, estudantes e servidores da Universidade poderiam acessar, apenas com o cartão USP, de todos os serviços oferecidos dentro do campus, além de aumentar a segurança dos usuários e da infraestrutura das unidades.

VII. Aplicativo de celular para análise de disponibilidade de bicicletas em estações de compartilhamento (Solução B e D)

Na CUASO está prevista a implantação de um sistema ciclovitário a partir de 2015. DNA sequência, a Prefeitura prevê a instalação de estações de compartilhamento de bicicletas. Assim, propõe-se a criação de um aplicativo para se verificar a localização dos pontos de compartilhamento, a disponibilidade de bicicletas e de vagas para retorno de bicicletas.

O aplicativo ganha importância na medida em que o usuário pode observar o ponto de aluguel mais próximo de si com disponibilidade de bicicletas, podendo então se direcionar diretamente para esta estação. Caso houvesse a informação através de um aplicativo no celular, o usuário poderia rapidamente decidir para qual ponto de aluguel seguir, baseando-se na proximidade do local e na disponibilidade de bicicletas. O mesmo vale a para a devolução, podendo-se analisar através do aplicativo quais pontos não estão lotados e, assim, tomar a decisão e se direcionar.

Como exemplo, em Chicago (EUA), o usuário que deseja alugar uma bicicleta pode utilizar o aplicativo “*Divvy Bike Locator*”, que mostra todas as estações de aluguel na área de Chicago (Figura 30), quantas vagas e bicicletas estão disponíveis em cada estação e, ainda, tem a opção que redireciona o usuário para o aplicativo *Google Maps*, que detalha como chegar à estação desejada (PLAY GOOGLE, 2013).

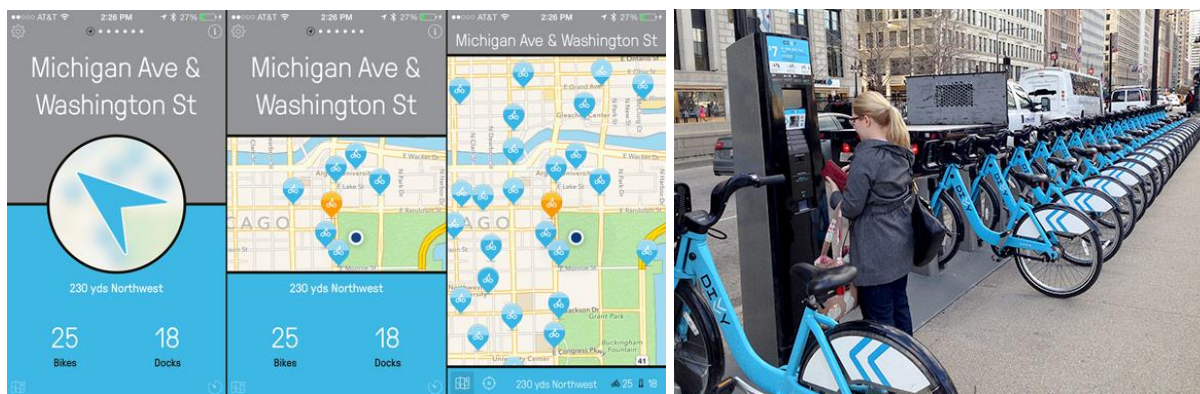


Figura 30 – Aplicativo “Divvy” para aluguel de bicicletas em Chicago (EUA)

Fonte: CONEYBEARE, M., 2013¹³; Página da Divvy Bike¹⁴.

O maior benefício advindo deste aplicativo para o campus seria o ganho de tempo do usuário. Além disso, poderia ser criada uma base de dados para compreensão da dinâmica do aluguel das bicicletas e, assim, otimizar a disponibilidade destas com o redimensionamento das estações. O maior desafio a ser enfrentado para esta solução é a garantia de que as ciclovias e pontos de aluguel de bicicletas serão efetivamente criados na CUASO.

VIII. Pontos de ônibus inteligentes (Categorias B, C e D)

A introdução de tecnologias de informação e comunicação avançadas em transporte público pode aumentar muito a qualidade do serviço. Tecnologias de transmissão de dados e comunicação em tempo real proporcionam um controle efetivo sobre a frota, podendo informar onde o ônibus se encontra, tendo informações precisas e atualizadas sobre itinerários e horários. Com isso, o objetivo desta solução é usufruir dessas tecnologias para obtenção de dados e, assim, gerar informações úteis aos usuários. No caso em questão, visa-se informar aos estudantes da USP o horário que os ônibus circulares e ônibus comuns vão chegar ao ponto de parada desejado, a partir de um aplicativo de celular de uso fácil e rápido.

O uso de tecnologia representa uma melhoria da segurança, eficiência e efetividade dos sistemas de transporte público. O usuário pode definir, a partir de informações em tempo real da localização e tempo de chegada do ônibus, o horário de saída para o ponto de parada, assim não precisa ficar na rua em espera, garantindo que possa aguardar em um lugar mais seguro. Este sistema ainda minimiza o tempo de espera do usuário, que pode melhor dispor do seu tempo ao

¹³ Disponível em: <<http://matt.coneybeare.me/chicago-bikes-a-one-tap-divvy-bike-app/>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.divvybikes.com/>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

invés de esperar no ponto. Outra vantagem de manter o usuário informado é dá-lo o poder de tomar melhores decisões na hora de pegar o ônibus.

Por exemplo, considerando um ponto de ônibus onde passam duas linhas que vão para a USP, uma vai para a unidade de Odontológicas e outra vai para a Escola Politécnica. Supondo que o destino final seja a Escola Politécnica, são dois os caminhos possíveis: o primeiro pegando o ônibus direto e o outro caminho em que o usuário precisa passar pela Odontológicas antes de chegar até o destino final. Pode parecer óbvio a escolha pelo primeiro caminho, entretanto, caso o aplicativo mostre que o ônibus com destinação direta para a Escola Politécnica vai demorar 45 minutos e o outro que vai em direção à Odontológicas vai demorar apenas 2 minutos, a pessoa pode optar por tomar o caminho mais longo, mas que ainda assim o deixará antes no destino final.

Esse tipo de tecnologia já é amplamente implementado; inclusive, já existe na cidade de São Paulo um programa que monitora e localiza os ônibus da cidade. Este, chamado “Olho Vivo SPTrans”, mantém o usuário informado sobre a velocidade média dos ônibus, o tempo médio da viagem nos corredores e outras vias da cidade, e também avisa quais linhas de ônibus se aproximam do ponto de parada (SPTRANS, 2015). No entanto, apesar do monitoramento e divulgação da localização da frota de ônibus de São Paulo, existem alguns problemas identificados: a inexistência de diversas paradas no aplicativo, a falta de divulgação do programa e os erros e problemas existentes no aplicativo.

Dessa forma, a solução aqui proposta seria implementada em duas frentes. A primeira frente seria a criação de um aplicativo de monitoramento dos ônibus que tem passagem pela CUASO. Este aplicativo contaria com o mapeamento de todas as paradas de ônibus - dado de fácil obtenção através da plataforma ATLAS. Com isto, o usuário pode obter informações detalhadas de cada um destes pontos sabendo quais são as linhas que por ali passam e em quanto tempo cada linha passará por estes. A Figura 33 ilustra um modelo de aplicativo utilizado na “Rutgers University”, nos Estados Unidos.

A segunda frente da proposta seria a instalação dos *displays* com o tempo de chegada de cada ônibus no ponto. Os *displays* seriam instalados em todos os pontos de ônibus da Cidade Universitária e, assim, informariam em tempo real os horários de chegada aos usuários que não

possuírem o aplicativo. Como exemplos, na Figura 31 e Figura 32 pode-se observar um *display* de um ponto de ônibus inteligente existente em Nova Iorque e Goiânia, respectivamente.

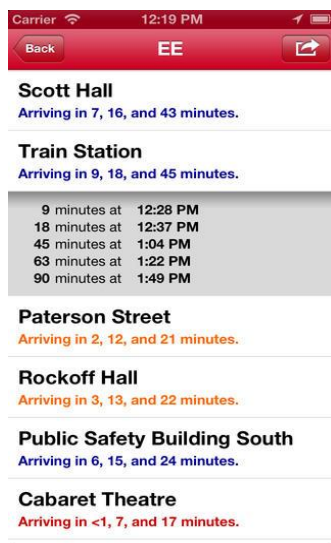


Figura 33 – Aplicativo existente
Fonte: RUTGERS UNIVERSITY, 2015.¹²



Figura 31 – *Display* de horários em Nova Iorque
Fonte: DI CARO, 2014.¹³

The screenshot shows a mobile app interface for RMTc Goiania. It displays a table of bus routes and arrival times for 'Rua 82 (Praca Civica) - ponto 18' at '16:38'.

Linhas	Itinerário	Saída	Próximo
180	UNIVERSITARIO	10 min.	41 min.
193	RODOVIARIA	12 min.	36 min.
906	P UNIVERSITARIA	28 min.	57 min.
907	P UNIVERSITARIA	6 min.	31 min.
908	P UNIVERSITARIA	14 min.	39 min.
909	P UNIVERSITARIA	Agora	--
913	AEROPORTO	Aprox. 27	--

Figura 32 – *Display* de horários em Goiânia
Fonte: RMTc GOIANIA, 2014.¹⁴

Como já dito, os benefícios que a solução traria são diversos: desde a segurança do universitário até a melhor gestão de seu próprio tempo. Entre os desafios, pode-se destacar a criação de um aplicativo confiável e rápido que não trave mesmo com alto número de acessos, a divulgação ampla e plena do aplicativo, a instalação de displays em pontos de ônibus ainda descobertos (exposição a intempéries) e a segurança contra furtos destes displays.

IX. Sistema de câmeras inteligentes para controle de tráfego e acesso (Categorias C e D)

Diferentemente do resto do campus, os portões de acesso/saída à USP sofrem diariamente com longas filas de congestionamento durante os horários de pico que, muitas vezes, se estendem por horas devidos aos diferentes horários de entrada e saída dos alunos e funcionários no

¹⁵RUTGERS UNIVERSITY. **Rutgers University App Version 3.6.1.** Disponível em: <<https://itunes.apple.com/us/app/rutgers-university/id494594693?mt=8>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

¹⁶DI CARO, M. **Two Minutes, Or 12? Metro Starts Testing Real-Time Bus Arrival Signs At Bus Stops.** 2014. WAMU 88.5 American University Radio. Disponível em: <http://wamu.org/news/metro_starts_testing_real_time_bus_arrival_info_at_bus_stops>. Acesso em: 18 jun. 2015.

¹⁷RMTc GOIANIA **Displays que mostram os horários dos ônibus em tempo real começam a ser instalados no Centro de Goiânia.** 11 de abril de 2014. Disponível em: <<http://www.rmtcgoiania.com.br/blog/tag/praca-civica/>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

campus. Atualmente, as iniciativas que têm sido realizadas são apenas de infraestrutura pura, como a implantação de faixas exclusivas para os ônibus e bicicletas e o redimensionamento de algumas das vias de acesso aos portões. Embora os resultados tenham sido altamente positivos para os usuários dos circulares, por exemplo, que não mais demoram para conseguir sair do Campus pelo Portão 1 e chegar até à Estação Butantã do Metrô, os outros usuários que utilizam veículos automotivos ou que utilizam os outros portões não foram tão favorecidos com as medidas.

Contudo, graças à evolução da tecnologia e análise de dados, uma alternativa tem se destacado para solucionar problemas de tráfego urbano: o Sistema de Transporte Inteligente (STI, em inglês *ITS - Intelligent Transportation Systems*). Em suma, o STI é composto por dispositivos, como sensores e câmeras, que captam dados em tempo real e, com o auxílio de softwares e leitores digitais, otimizam o comportamento em análise.

Neste sentido, esta solução propõe a implantação de câmeras inteligentes nos quatros principais portões de acesso a CUASO (Portarias P1, P2, P3 e “Plinha”) e em seus entornos. Atualmente, encontra-se facilmente câmeras e softwares que possibilitam a implantação deste sistema inteligente com um baixo custo – quando comparado aos de obras de infraestrutura. O sistema de câmeras proposto teria, pelo menos, três principais funções:

- Contagem: softwares analíticos funcionariam como uma catraca invisível, contando o número de veículos (carros, motos e ônibus) que entram e saem do campus;
- Leitura, decodificação e identificação de placas: com o auxílio de uma câmera instalada na altura de uma cancela, faz-se a leitura das placas de todos os veículos que entram no campus.
- Monitoramento: análise das velocidades médias dos veículos nos acessos, classificando as situações de trânsito de acordo com o nível de ocupação e a respectiva velocidade.

A primeira função é essencial para gerar uma base de dados ao campus sobre a quantidade horária e diária de entrada e saída de veículos no campus. Com estes dados coletados, pode-se fazer estudos de semaforização nos entornos dos acessos, de adequação de espaços públicos no campus direcionados à parada e passagem de veículos e, associada à terceira função, pode-se monitorar ocorrências de acidentes e congestionamentos. Caso haja um congestionamento, por exemplo, pode-se reprogramar os semáforos da região da portaria para favorecer os fluxos mais carregados, tornando o acesso ao campus mais eficiente.

A segunda função é proposta junto a um controle de acesso ao campus: propõe-se a criação de duas faixas diferenciadas de entrada no campus com cancelas de identificação, sendo uma para usuários do campus (estudantes e funcionários) e outra para visitantes. Junto à cancela dos usuários, instala-se uma câmera com a função de leitura de placa; com isto, quando se identifica um veículo de usuário comum, abre-se a cancela. O cadastramento dos veículos autorizados seria feito pelos próprios em suas respectivas unidades, que então direcionariam a uma central responsável por armazenar em um banco de dados os veículos autorizados. O acesso a visitantes seria feito com um simples cadastro na própria cancela com o auxílio de um representante da portaria. A Figura 34 mostra a interface do software “*Linuxfx Proseg Security*”, que exerce a segunda função descrita.

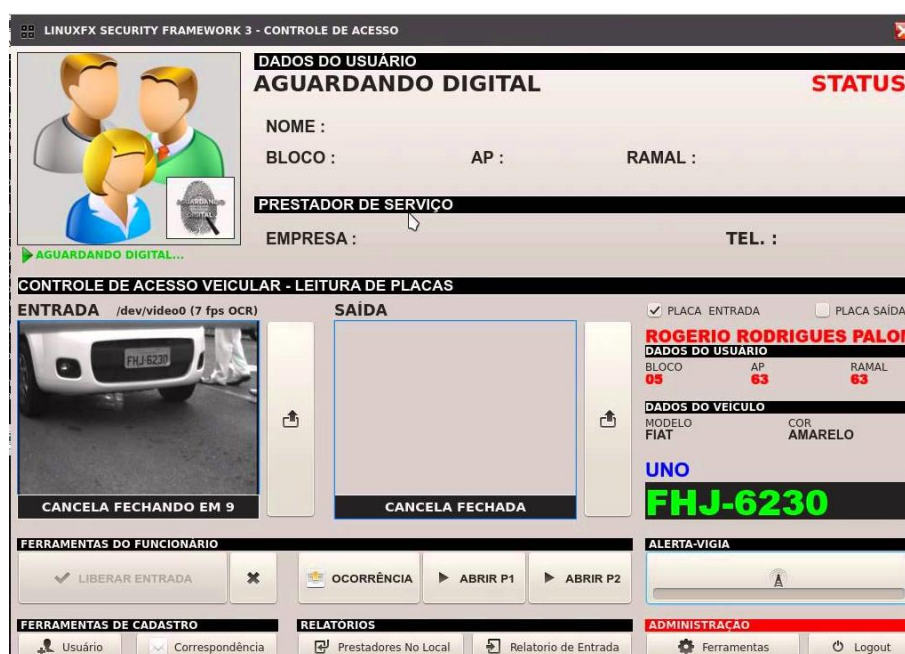


Figura 34 – Interface do software “*Linuxfx Proseg Security*”
Fonte: LINUXFG SOFTWARE, 2015¹⁸.

Com esta solução, diversos benefícios seriam os benefícios a todos os usuários do campus: os gargalos nas portarias seriam minimizados, evitando desgaste físico e psicológico dos usuários – e até monetários, visto que congestionamentos diminuem a produtividade e tempo útil das pessoas; os impactos sonoros e ambientais (emissão de poluentes) seriam reduzidos, visto que os veículos não ficariam mais parados por tanto tempo; todos os usuários seriam favorecidos, sejam aqueles que utilizam o transporte público ou o pessoal; a prefeitura se beneficiaria ao

¹⁸ LINUXFX SOFTWARE. **Controle de Acesso Veicular**. Grupo Proseg – Sistema Sentinela 3. 2015. Disponível em: <<http://www.proseg.org.br/index.php/tecnologia/ocr-veicular>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

implantar soluções eficientes e de custos reduzidos; a segurança pública também é favorecida através do controle de acesso dos veículos.

Uma outra característica a ser evidenciada é o fato de que os postes de luz que foram renovados com o Plano mestre de iluminação da CUASO (item 3.3.9) já possuem as instalações necessárias para a acoplagem de câmeras. Alguns entraves que podem surgir para a implantação do sistema são: a dificuldade de manutenção de câmeras com defeito; limitações quanto à correta manipulação e interpretação dos dados coletados por pessoas técnicas na área; questões polêmicas sobre as restrições de acesso ao campus com cancelas funcionarem como uma ferramenta de restrição e exclusão do campus frente ao ambiente urbano em que está inserido; necessidade de estudo de tráfego para avaliar possíveis impactos de congestionamento nas entradas do campus caso ocorra o controle com cancelas e cadastramento de visitantes; além da necessidade adicional de infraestrutura e funcionários para executar as funções propostas nesta solução.

X. Aplicativo de carona entre estudantes (Categorias A, C e D)

A popularização de *smartphones* alavancou o surgimento de novos serviços devido ao acesso contínuo à internet e à localização em tempo real. Aplicativos relacionados ao transporte como “Uber”, “99Taxi” e “Easy Taxi” conseguiram revolucionar o mercado de táxis. Porém, uma área que ainda não foi muito explorada é a de aplicativos de carona.

Diariamente, milhares de alunos se dirigem à CUASO, seja por transporte público ou privado. Muitos deles, inclusive, deslocam-se da mesma região até a Universidade e possuem horários de aula parecidos e, em alguns casos, na mesma unidade. Dada a saturação dos circulares da USP nos horários de pico e o trânsito na cidade de São Paulo, um aplicativo de caronas poderia resolver parcialmente esses problemas ao colocar menos carros nas ruas e balancear o uso de transporte público e privado.

Essa é uma ideia já existente. Em Campinas, a *start-up* MobWise lançou em 2014 o PONGA, Figura 35, um aplicativo de caronas focado em estudantes universitários com o objetivo de promover o encontro entre pessoas que precisam de carona e aquelas dispostas a dá-las. O funcionamento é simples: o usuário pede carona informando a sua origem e destino desejados. Os motoristas que estão por perto são notificados sobre o usuário pedindo carona e podem decidir em oferecê-la ou não. Ao final da carona, o aplicativo sugere um valor para a viagem para ser dividido entre os passageiros, baseado na quantidade de passageiros, distância e tempo

de trajeto e, segundo os criadores, esse valor chega a ser 50% menor que o de um táxi. Para a segurança dos usuários, os motoristas devem ser certificados pela empresa com base na verificação de antecedentes criminais, entrevistas, documentação, qualidade e seguro do veículo. Os usuários também podem avaliar o nível de qualidade oferecido pelo motorista.

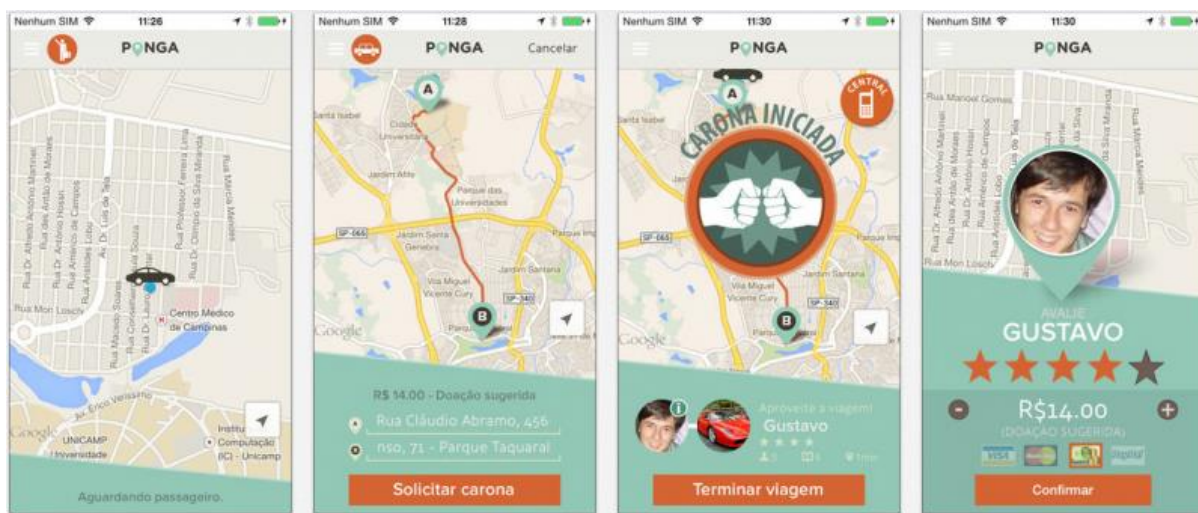


Figura 35 - Interface do aplicativo Ponga
Fonte: Página da Inova UNICAMP¹⁹.

Essa solução traria diversos benefícios: geração de renda para os motoristas ao dividir os custos de seus veículos particulares; os passageiros conseguem um transporte mais confortável (e, às vezes, mais rápido) do que as alternativas públicas e mais barato do que com o táxi; menos trânsito e poluição na cidade ao incentivar parte dos usuários a deixar seus veículos em suas respectivas residências a favor da carona.

Segurança, no entanto, ainda é um problema recorrente nesses tipos de serviço ao redor do mundo, com denúncias de abuso em países como Índia e Estados Unidos. Porém, carona entre estudantes universitários é um fenômeno mais comum, já que os estudantes se sentem mais seguros ao saber que estão se relacionando com pessoas da mesma comunidade.

XI. Aplicativo de celular para indicação e alerta de incidentes (Categorias B e D)

A tecnologia se desenvolve cada vez mais rapidamente e integrar esta evolução às necessidades do campus é uma das formas de torná-lo inteligente. A criação de um canal de comunicação entre o usuário e o administrador para alerta de incidentes possibilitaria a redução no tempo de

¹⁹ Disponível em: <<http://www.inova.unicamp.br/noticia/3183>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

resposta, além de tornar o gerenciamento mais eficiente, uma vez que o próprio usuário passa a fazer parte disso.

Um exemplo de aplicativo colaborativo é o aplicativo de navegação “Waze”, no qual o usuário fornece informações sobre as condições do tráfego e possíveis incidentes, que são transmitidas em tempo real aos outros usuários. Há também o SeeClickFix, através do qual os cidadãos informam ao governo incidentes através de um site na internet ou do aplicativo desenvolvido para smartphones.

A partir destes exemplos reais, pode-se pensar no desenvolvimento de um aplicativo voltado para o campus, através do qual qualquer pessoa poderia denunciar falhas na infraestrutura ou problemas relacionados à segurança.

O aplicativo funcionaria como um canal de comunicação entre usuário e administrador. O usuário detectaria falhas na infraestrutura, como falhas no sistema de iluminação, problemas no estado de conservação das vias, problemas de acessibilidade, ou incidentes de segurança, como assaltos, acidentes de trânsito, e os reportaria, através do aplicativo. Estas informações seriam direcionadas à autoridade responsável (prefeitura do campus, polícia), que tomaria as devidas providências.

O aplicativo poderia servir até para o acompanhamento da gestão do campus, com mapas mostrando as falhas na infraestrutura que foram reportadas para os outros usuários, ou com indicações dos lugares com maiores índices de incidentes.

Como foi dito, o principal benefício da implementação deste tipo de aplicativo seria na facilitação da comunicação entre o usuário e o administrador, permitindo maior controle sobre a infraestrutura e a segurança do campus, além de reduzir o tempo de resposta aos alertas.

No entanto, para que isto seja eficaz, é necessário que exista, de fato, a mobilização após a emissão de alertas, ou seja, que sejam tomadas providências em relação ao que é reportado através do aplicativo. É também necessário que haja divulgação do aplicativo, uma vez que a base de dados é alimentada pelo próprio usuário. Por fim, é preciso pensar se é realmente interessante a divulgação dos dados aos usuários. Um exemplo de como isto pode ser negativo seria a possibilidade de os usuários passarem a evitar uma região onde tenha ocorrido muitos assaltos, de forma a marginalizar tal região, tornando-a mais suscetível à violência.

XII. Câmeras inteligentes para vigilância (Categorias B e D)

Diversas são as razões para os problemas recorrentes de segurança no CUASO: iluminação pública deficiente; falta de pontos de vigilância fixos e móveis; polícia do campus pouco operante; áreas deterioradas e abandonadas; inexistência de sistemas de monitoramento espalhados pelo campus; ausência de políticas públicas para o fortalecimento da segurança; tamanho do campus dificuldade o controle de todas as áreas; entraves com a presença das policiais civil e militar no campus; entre outras. Semanalmente, há relatos de furtos, assaltos, vandalismo, violência sexual e, às vezes, outros crimes mais graves.

Visto este cenário, a solução inteligente proposta visa instalar câmeras capazes de reconhecer padrões irregulares de comportamento, registrar e alertar ocorrências em todos o campus. Atualmente, com a união de softwares analíticos com câmeras de alta percepção é possível reconhecer e diferenciar padrões irregulares, suspeitos, perigosos ou simplesmente não funcionais. Os softwares filtram e analisam as imagens segundo algoritmos que ressaltam indivíduos, objetos, atitudes que devem ser o foco de atenção da “cena”, conforme aplicação predefinidas no sistema (BRUNO, 2012). Como exemplo, na Figura 36, ao se definir uma linha limite de transpasse sobre um muro, a câmera alerta caso alguém tente pulá-lo. No caso, este tipo de aplicação poderia ser feito nas imediações com restrição de acesso de certas unidades.



Figura 36 – Alerta de invasão emitido pela câmera inteligente
Fonte: CALAZANS, 2015²⁰.

²⁰ CALAZANS, C. **Recursos de Câmeras Inteligentes**. Blog de Treinamento em Segurança Eletrônica. 2010. Disponível em: < <http://calazanstreinamento.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

Diferentemente do sistema “Big Brother” citado no item 5.3 deste relatório, as informações coletadas nas câmeras de vigilância propostas seriam direcionadas diretamente a uma central de controle e análise de dados, e não ao usuário. Esta medida visa o direcionamento das informações às autoridades responsáveis por resolver os problemas, tornando a operação mais eficiente e eficaz.

Com isto, a solução proposta auxiliaria no trabalho dos vigilantes e da polícia pelo campus, traria mais segurança e bem-estar aos usuários, inibiria a ação de meliantes e diminuiria a dificuldade da abrangência do campus ao facilitar o controle de segurança da maioria das regiões deste. Assim como citado anteriormente, vale lembrar que os postes de luz que foram renovados com o Plano mestre de iluminação da CUASO (item 6.3.9) já possuem as instalações necessárias para a acoplagem de câmeras.

Há, entretanto, a dificuldade da criação de um central de análise de imagens; a falta capacitação técnica e gerencial para compreender e tomar decisões frente às informações que são recebidas; os sigilos de privacidade que tais imagens coletadas possuem consigo; e a grande cobertura necessária para garantir a segurança completa do campus.

4.3 Tabela resumo das soluções

Tabela 4 – Soluções aplicáveis à Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” e respectivas categorias integradas

	Categoria A Água, Energia e Resíduos	Categoria B Comunicação	Categoria C Mobilidade	Categoria D Segurança Pública e Comunidade
Totens informativos sobre o consumo de água e eficiência energética das unidades				
Lixeiras inteligentes e autossustentáveis				
Uso inteligente da água				
Análise da eficiência energética no campus				
Aplicativo de celular para divulgação de informações, notícias e eventos no campus				
Cartão USP integrado aos serviços existentes na Universidade				
Aplicativo de celular para análise de disponibilidade de bicicletas em estações de aluguel				
Pontos de ônibus inteligentes				
Câmeras inteligentes para controle de tráfego e acesso				
Aplicativo de carona entre estudantes				
Aplicativo de celular para indicação e alerta de incidentes				
Câmeras inteligentes para vigilância				

PARTE II – Concepção e Anteprojeto de Solução Prática

5. CAPÍTULO V – Hierarquização e seleção da solução

Embora as doze soluções inteligentes encontradas para a CUASO sejam válidas, foi necessário priorizar o desenvolvimento de uma destas para que o objetivo final deste trabalho fosse cumprido, que é o detalhamento em nível de anteprojeto de uma solução inteligente.

Para isto, utilizou-se uma metodologia para apoio à priorização de projetos e avaliar alternativas frente a um conjunto de critérios e objetivos pretendidos, de forma que a questão principal se resume a identificar aquela que melhor satisfaz a maior parte deste conjunto. Neste trabalho, optou-se pela utilização do método AHP – Processo Analítico de Hierarquização, do inglês *Analytic Hierarchy Process*, devido à complexidade dos fatores e critérios envolvidos para a tomada de decisão da solução mais profícua ao campus

5.1 Aplicação do método de hierarquização – AHP

Conforme Vargas (2010, p. 6), o método AHP foi desenvolvido na década de 1970 por Thomas L. Saaty e se trata de uma técnica estruturada para tomada de decisão em ambientes complexos, em que diversas variáveis são consideradas para a seleção de alternativas ou projetos.

A escolha de utilização deste método para priorização das soluções inteligentes apresentadas foi feita pois, com este método, consegue-se retratar a realidade ao medir todos os fatores relevantes ao cenário do campus, sejam estes qualitativa ou quantitativamente mensuráveis, tangíveis ou intangíveis. Sua aplicação tem se destacado no meio acadêmico devido à facilidade de elaboração, sem exigir *softwares* pagos, e pela rapidez em que os resultados são gerados.

Primordialmente, o método consiste na decomposição do problema em uma hierarquia de critérios mais facilmente analisáveis e comparáveis de modo independente, conforme ilustra a Figura 37. A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas, duas a duas, dentro de cada um dos critérios através de pesos relativos numéricos (VARGAS, 2010).

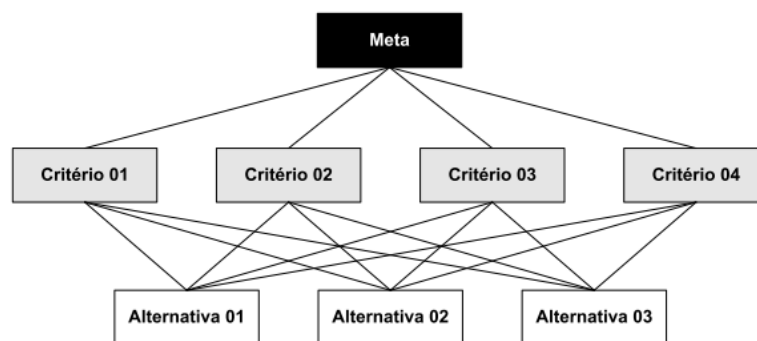


Figura 37 - Exemplo de hierarquia e lógica de comparação segundo o método AHP
Fonte: VARGAS, 2010.

Para este trabalho, a comparação entre dois elementos foi feita através de uma escala relativa de importância entre estes e matrizes de comparação. Conforme ilustra a Tabela 5, a escala de valores determina a importância relativa de uma alternativa em relação a outra, enquanto a Tabela 6 mostra a comparação feita entre critérios utilizando os valores da escala.

Tabela 5 – Escala de comparação entre critérios

Escala	Avaliação Numérica	Recíproco
Extremamente preferido	9	1/9
Muito fortemente preferido	7	1/7
Fortemente preferido	5	1/5
Moderadamente preferido	3	1/3
Igualmente preferido	1	1

Fonte: Adaptado de (VARGAS, 2010).

Tabela 6 – Matriz de comparação entre critérios

	Crítério 1	Crítério 2
Crítério 1	1	Avaliação Numérica
Crítério 2	1/Avaliação Numérica	1

Fonte: (VARGAS, 2010).

Tendo feitas as matrizes de comparação entre os critérios e subcritérios, o método AHP transforma esta análise, muitas vezes subjetiva, em valores numéricos que podem ser processados e comparados, também chamados de pesos relativos. A formulação numérica e as variáveis envolvidas para obtenção dos pesos relativos entre critérios (como vetor de Eigen e o Índice de Inconsistência) não serão detalhados neste item do trabalho por se distanciarem dos

objetivos do mesmo, que são os resultados de comparação de pesos entre critérios. Contudo, como referência, o passo-a-passo utilizado neste trabalho está disponível em VARGAS (2010).

A partir desta etapa concluída, pode-se determinar como cada uma das soluções comporta-se em relação aos critérios, que é o foco da avaliação de soluções através da hierarquização. Da mesma forma que foi realizada para a priorização dos critérios, as soluções candidatas são confrontadas duas a duas dentro de cada um dos critérios e subcritérios estabelecidos. Com isto, obtêm-se matrizes de comparação entre soluções por critério conforme ilustra a tabela seguinte.

Tabela 7 – Matriz de comparação entre soluções por critério

CRITÉRIO 1		
	Solução 1	Solução 2
Solução 1	1	Avaliação Numérica
Solução 2	1/ Avaliação Numérica	1

Fonte: Elaboração própria.

O cruzamento entre todas as avaliações de soluções em todos os critérios determina a prioridade final de cada uma das soluções em relação ao objetivo final, que é escolher aquela mais proeminente. A solução com o maior valor de prioridade é aquela com escolha mais vantajosa, visto todos os critérios analisados e, portanto, aquela que deve ser detalhada em nível de anteprojeto. A Figura 38 resume o passo a passo do método AHP.

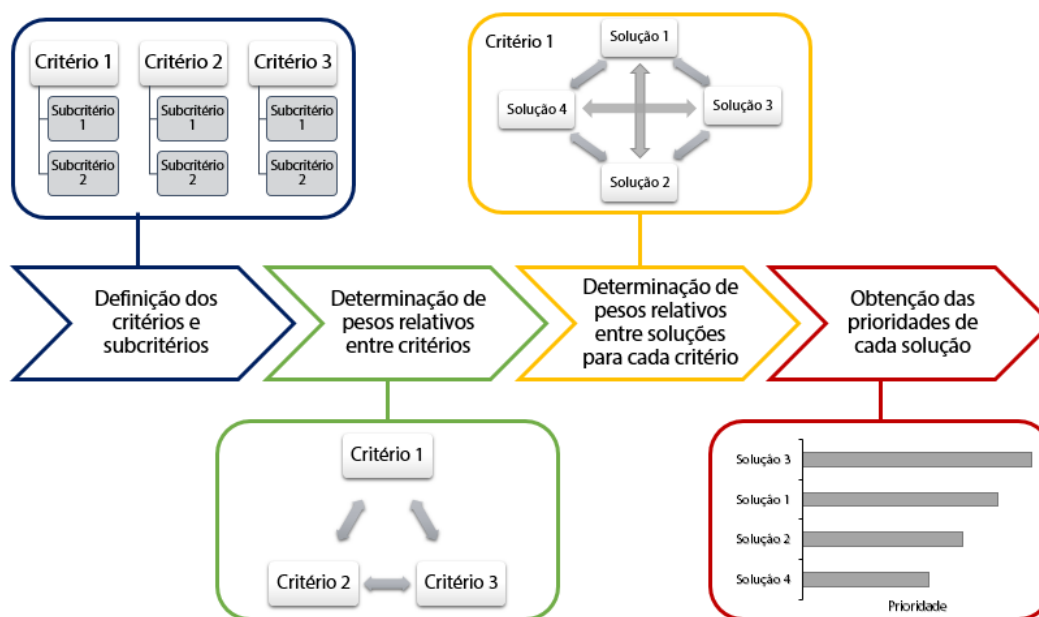


Figura 38 – Passo a passo do método AHP

Fonte: Elaboração própria.

5.1.1. Análise de critérios e subcritérios

A definição de quais critérios e subcritérios serão analisados e o que será ponderado em cada um destes é o passo fundamental para o funcionamento do método AHP, pois estes devem estar alinhados ao objetivo final do trabalho. Para isto, o grupo levou em conta critérios gerais que são relevantes na maioria de projetos técnicos, como viabilidade financeira e conhecimento para elaboração, como também alguns específicos relacionados às necessidades e escopo deste trabalho, como possibilidade de replicação e grau de comprometimento. A seguinte figura lista todos os critérios (azul) e subcritérios (verde) analisados para a escolha da solução final. Na sequência, os critérios serão detalhados.

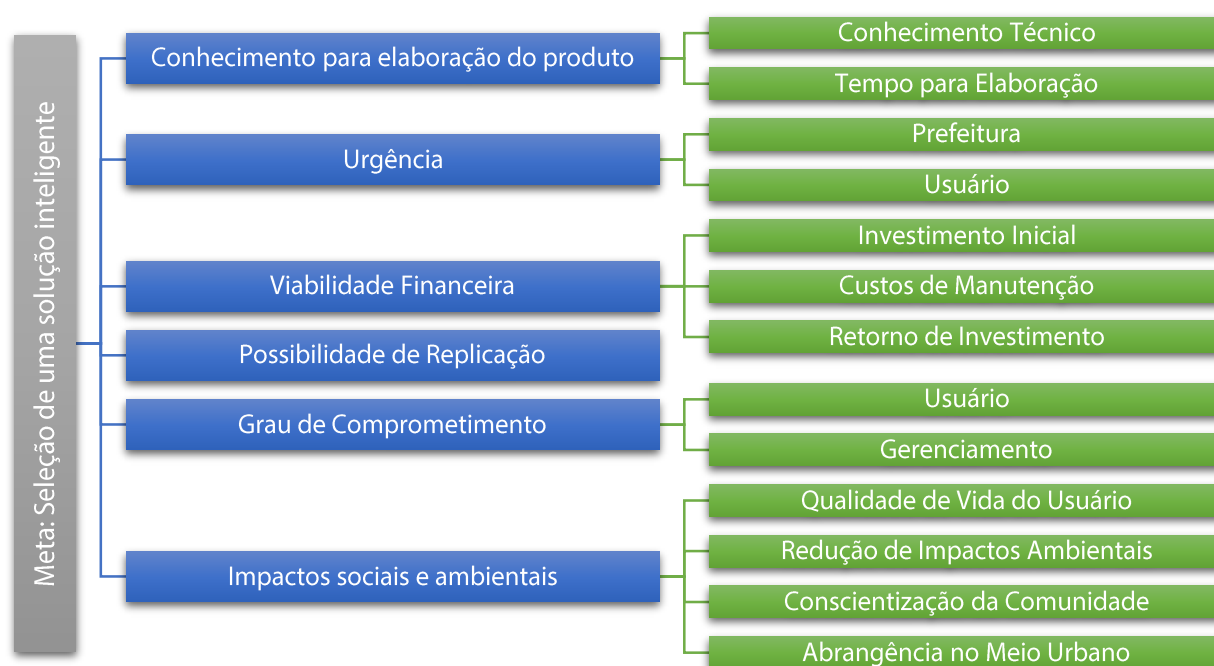


Figura 39 – Hierarquia de critérios e subcritérios definidos e analisados

Fonte: Elaboração própria.

5.1.2. Conhecimento para Elaboração do Produto

Assim como em qualquer projeto de cunho técnico, o conhecimento para sua elaboração é um pré-requisito para que a evolução seja progressiva e para que sejam alcançados os objetivos definidos inicialmente. Da mesma forma que a viabilidade financeira, o conhecimento é um dos pilares para que o projeto seja sustentado e, então, tenha condições de avançar.

Não só a expertise e a experiência dos projetistas são fatores indispensáveis, mas também a disponibilidade de tempo necessária para a correta elaboração do produto final e o tempo para aprendizado de conhecimentos que vão além das habilidades de cada projetista. Neste sentido, acredita-se que o tempo para elaboração seja moderadamente mais importante que o conhecimento técnico, visto que a falta de conhecimento em um assunto é, na maioria das vezes, mais facilmente resolvida do que adequar a disponibilidade de tempo para resolução de um determinado assunto.

A tabela seguinte mostra a matriz de comparação dos subcritérios relativos a este critério.

Tabela 8 – Matriz de comparação: Conhecimento para Elaboração do Produto

	Conhecimento Técnico	Tempo para
Conhecimento	1	3
Tempo para	1/3	1

Fonte: Elaboração própria.

- **Conhecimento Técnico**

Para este subcritério, um dos principais fatores a serem considerados relevantes à questão de conhecimento técnico é o fato de que, embora sejam válidas e tenham potencial, algumas das soluções inteligentes propostas envolvem habilidades que vão além do escopo da engenharia civil. Como exemplo, os aplicativos propostos exigem muito conhecimento de programação computacional e, apesar de alguns exigirem conhecimentos de mobilidade urbana para seu detalhamento, outros não, como é o caso do aplicativo de comunicação e divulgação de informações do campus.

Outras soluções, como as câmeras para controle de tráfego e acesso, acabam tendo uma complexidade tão grande associada à quantidade de funções possíveis a serem desenvolvidas que seria necessária uma busca mais profunda de conhecimentos associados à engenharia de tráfego e análise de dados, indo além do escopo de um trabalho de graduação, mas sim de uma tese de mestrado ou semelhante.

- **Tempo para Elaboração**

Tratando-se de soluções inteligentes, a coleta e análise de dados é parte integrante e fundamental. Desta forma, o subcritério de tempo para elaboração deve levar em conta que, para algumas das soluções propostas, o tempo disponível para captação destes dados não é suficiente para representar com veracidade a situação.

Outro fator relacionado ao tempo para elaboração é sua relevância junto a outros critérios, como o custo. Para a solução da lixeira inteligente, por exemplo, o custo é tão elevado que seria necessário um estudo sobre como viabilizar sua replicação, o que acabaria exigindo, conseqüentemente, tempo. Além disto, a questão da complexidade de algumas soluções está também relacionada ao tempo necessário para se obter o conhecimento necessário.

5.1.3. Urgência

Este critério possui grande relevância frente aos demais, pois leva em conta os interesses das principais partes envolvidas na aplicação das soluções, seja em termos de financiamento, regulamentação, controle, operação ou utilização. No caso, os principais interessados são a a Reitoria da USP, a prefeitura da CUASO e os usuários do campus, sendo estes últimos, majoritariamente, alunos e funcionários da Universidade.

Utiliza-se como referência que a urgência da Reitoria da USP / Prefeitura CUASO possuem moderada importância em relação ao do usuário, pois, no final das contas, quem toma a decisão sobre onde e de que forma este será feito o investimento é a administração da Universidade e do Campus. Cabe a esta compreender a urgência e interesses dos usuários para, assim, implementar soluções que sejam efetivamente operadas por ambas partes e se tenha o dinheiro investido da melhor forma.

A tabela seguinte mostra a matriz de comparação dos subcritérios relativos a este critério.

Tabela 9 – Matriz de comparação: Urgência

	Prefeitura	Usuário
Reitoria da USP/ Prefeitura	1	3
Usuário	1/3	1

Fonte: Elaboração própria.

- **Reitoria/ Prefeitura**

Para este subcritério, tomou-se como referência uma divisão das soluções em dois grupos: aquelas que são essenciais à gestão da prefeitura e que, eventualmente, tragam benefícios a esta; e aquelas que seriam “extras”, ou seja, interessantes, porém, sem grande impacto sobre o orçamento ou a forma como a gestão é vista. Como exemplo para o primeiro grupo, temos as soluções da análise energética e de uso da água no campus, que poderia gerar ganhos

econômicos em longo prazo à gestão; além, a solução para alerta de incidentes facilitaria na gestão da infraestrutura. Para o segundo grupo, o aplicativo de divulgação de eventos é um bom exemplo, pois não se trata de algo estritamente necessário, embora fosse auxiliar muitos usuários.

Além disto, acredita-se que a prefeitura possua um maior interesse em soluções que apresentem ganhos de segurança ou em facilitar a mobilidade no campus, afinal, incidentes de roubo dentro da Universidade, discussões sobre controle de acesso aos prédios do campus e projetos de planos cicloviários e faixas de ônibus têm sido cada vez mais debatidos.

- **Usuário**

Quando a análise é feita levando em conta os interesses dos usuários, aquelas soluções tidas como “extras” para a prefeitura podem assumir grande relevância. Os usuários consideram o aumento de sua comodidade e segurança dentro do campus. Exemplificando, para a grande maioria, não há diferença entre o prédio que frequenta possuir sensores para detectar o consumo ou não, mas o acesso a informações de um aplicativo de comunicação ou aplicativos que mostram o tempo de espera para um ônibus chegar fazem muita diferença, pois o ganho de tempo e a conectividade com o campus significam maior bem-estar.

5.1.4. Viabilidade Financeira

A análise financeira de cada uma das soluções tem um grande impacto em sua priorização. Por se tratar de uma instituição pública, a Universidade de São Paulo é muito dependente de investimentos externos para o financiamento de suas pesquisas científicas, provindas dos governos estadual (FAPESP) e federal (CAPES, CNPq e FINEP) ou de instituições privadas.

Em relação a investimentos de infraestrutura, os recursos são ainda mais limitados, dada à crise financeira na qual a Universidade se encontra. Logo, fazer um balanço entre os investimentos necessários para uma dada solução e os benefícios que ela pode trazer, sejam eles qualitativos (melhora na qualidade de vida) ou quantitativos (redução no consumo de energia elétrica) é essencial.

A tabela seguinte mostra a matriz de comparação dos subcritérios relativos a este critério.

Tabela 10 – Matriz de comparação: Viabilidade Financeira

	Investimento Inicial	Custos de Manutenção	Retorno de Investimento
Investimento Inicial	1	5	3
Custos de Manutenção	1/5	1	1/3
Retorno de Investimento	1/3	3	1

Fonte: Elaboração própria.

- **Investimento Inicial**

Este subcritério engloba os investimentos necessários desde o projeto até o início da operação de uma dada solução, como a aquisição de equipamentos, desenvolvimento de software e demais custos necessários para desenvolvê-la e implantá-la.

Trata-se de um critério de extrema importância, já que altos valores de investimentos iniciais são capazes de inviabilizar totalmente a execução de um projeto, mesmo que ele supostamente resulte em mais benefícios. Como um exemplo, há as lixeiras inteligentes que, embora tragam grandes impactos positivos a CUASO, seu custo de implantação é muito elevado se comparado com o desenvolvimento de um aplicativo de informações sobre o campus. Este último requer menos recursos, porém não traz benefícios tão visíveis ou significativos quanto a primeira solução. Porém, o custo relativamente baixo de se desenvolver este tipo de aplicativo é, de certa maneira, proporcional ao seu impacto relativamente menor.

- **Custos de Manutenção**

Considera-se aqui os custos necessários na fase de operação da solução, como a troca de equipamentos, pagamento constante de serviços (como computação em nuvem, por exemplo) e todos os agentes necessários para administrar e monitorar a operação.

Custos de manutenção são muitas vezes negligenciados no início de um projeto, mas, aqui, as discrepâncias de valores entre as soluções são grandes e devem ser consideradas. As soluções que requerem equipamentos (ou *hardware*), como os pontos de ônibus inteligentes ou os totens informativos geralmente terão custos de manutenção muito maiores que as soluções que requerem apenas *software*, como os aplicativos.

- **Retorno de Investimento**

Ao se investir em soluções inteligentes ou qualquer tipo de investimento em infraestrutura, é de se esperar algum tipo de retorno. Em alguns casos, este retorno é algo intangível, como uma melhora na qualidade de vida dos usuários. Em outros, o retorno é mensurável, como a diminuição nos gastos com água e energia elétrica ou menores custos de manutenção.

Logo, investir em um projeto com investimento inicial alto com retorno de investimento igualmente elevado pode ser melhor que investir em um projeto com investimento inicial baixo, mas sem nenhum retorno financeiro. Encaixam-se neste caso, as soluções de uso de água inteligente e aplicativos de carona entre estudantes, respectivamente.

5.1.5. Possibilidade de Replicação

Partindo da ideia inicial de utilizar a experimentação de soluções inteligentes no campus para replicação em escalas maiores ou mesmo outros campi, a possibilidade de replicação se torna um critério a analisar. Para isto, é necessário compreender a facilidade de replicar a solução não só em termos de cobertura, mas também pelo fato de algumas delas serem voltadas a especificidades que o campus oferece, como é o caso do cartão USP integrado.

Algumas das soluções já foram replicadas em cidades maiores, porém, o caso de experimentação seria feito para incluir particularidades e desafios da realidade da cidade de São Paulo, como questões extremas voltadas à melhoria da mobilidade urbana e à necessidade de ganho em bem-estar da população.

Vale lembrar que a análise deste critério está diretamente relacionada a outros, como investimento financeiro. A solução das lixeiras inteligentes, por exemplo, seria replicável em escalas maiores e, por sinal, teria grande utilidade em escala urbana, porém, seu custo é tão elevado que inviabiliza sua replicação partindo do que se tem atualmente no mercado.

5.1.6. Grau de Comprometimento

Embora as fases de projeto e implantação de cada uma das soluções sejam críticas em sua concepção, o que acontece durante sua operação também merece uma análise mais detalhada.

Grande parte das soluções exigem mudanças nos hábitos dos usuários, assim como daqueles que as administrarão, para que elas consigam causar os impactos previstos, agindo, desta forma, efetivamente como soluções de um problema.

O aplicativo de carona entre estudantes, por exemplo, exige que os usuários se acostumem e queiram usá-lo ao longo de sua operação, assim como as demais soluções que envolvem aplicativos. O uso de totens informativos requer um comprometimento por parte da universidade de garantir a consistência dos dados e que eles serão utilizados como dados de entrada para o desenvolvimento de outros projetos. Ele também exige que os usuários tenham o costume de usá-lo, entendam as informações apresentadas e pensem no que podem fazer para melhorar a situação de sua unidade. A tabela seguinte mostra a matriz de comparação dos subcritérios relativos a este critério.

Tabela 11 – Matriz de comparação: Grau de Comprometimento

	Usuário	Gerenciamento
Usuário	1	5
Gerenciamento	1/5	1

Fonte: Elaboração própria.

- **Usuário**

Este subcritério leva em conta a probabilidade dos usuários realmente se engajarem e adotarem a solução em sua rotina. Essa adoção não deve se dar apenas pelo fato de a solução ser algo novo ou diferente, mas por ela realmente causar um impacto positivo na qualidade de vida do usuário. É isto que fará com que o usuário veja valor na ideia e se comprometa a utilizá-la.

Grande parte das soluções depende fortemente do grau de comprometimento do usuário para gerar resultados, como os totens informativos, pontos de ônibus inteligentes e o aplicativo de carona entre estudantes. Assim, para estas soluções, é imprescindível ter o usuário final como um dos focos durante a fase de projeto.

- **Gerenciamento**

Tão importante quanto o comprometimento do usuário, é o comprometimento da área responsável pelo gerenciamento da solução, responsável por dar suporte a ela, tanto no quesito de manutenção como no de desenvolvimento de melhoras incrementais, sejam elas baseadas em feedbacks ou não. Este critério analisa a probabilidade da gerência se comprometer a oferecer suporte à solução, baseando-se no quão difícil e o esforço necessário para tal.

Vale ressaltar o quão relacionado são os graus de comprometimento do usuário e o da gerência. Um produto que é visivelmente suportado e gerenciado por uma equipe é capaz de reter usuários existentes, além de atrair novos. Aqui, o contrário também é válido, ou seja, um produto mal gerenciado tem potencial de repelir usuários, algumas vezes, permanentemente.

Encaixam-se, como exemplo, os aplicativos de divulgação de informações e o de indicação e alerta de incidentes, assim como o ponto de ônibus inteligentes. Estas soluções demandam um monitoramento e suporte constante para que os serviços oferecidos por elas funcionem corretamente e consigam, assim, provar seus valores aos usuários, garantindo seu comprometimento.

5.1.7. Impactos Sociais e Ambientais

O conceito de cidades inteligentes está fortemente ligado com a sustentabilidade urbana. O desenvolvimento sustentável é visto como a solução para os diversos problemas ambientais e sociais que grandes cidades vêm enfrentando nos últimos anos. Assim, todas as soluções propostas visam, no fim, trazer benefícios ao meio ambiente e melhoras na qualidade de vida de seus usuários, conceitos que estão diretamente relacionados à sustentabilidade.

Este critério, diferentemente de viabilidade financeira, visa analisar os resultados qualitativos que as soluções apresentariam caso fossem escolhidas. A tabela seguinte mostra a matriz de comparação dos subcritérios relativos a este critério.

Tabela 12 – Matriz de comparação: Impactos Sociais e Ambientais

	Qualidade de Vida do Usuário	Redução de Impactos Ambientais	Conscientização da Comunidade	Abrangência no Meio Urbano
Qualidade de Vida do	1	5	3	7
Redução de Impactos Ambientais	1/5	1	1/3	3
Conscientização da	1/3	3	1	5
Abrangência no Meio Urbano	1/7	1/3	1/5	1

Fonte: Elaboração própria.

- **Qualidade de Vida do Usuário**

A qualidade de vida é um meio de medir as condições de vida de um ser humano, com base no seu bem-estar físico, psicológico, emocional e espiritual. Devido aos diversos problemas de infraestrutura enfrentados em grandes cidades, a qualidade de vida de seus residentes tende a ser relativamente baixa, devido, por exemplo, a problemas de saúde resultantes da poluição, estresse com trânsito ou outros tipos de poluição sonora e à falta de segurança.

Soluções como o aplicativo de compartilhamento de bicicletas e o ponto de ônibus inteligente objetivam melhorar a mobilidade urbana, reduzindo o nível de estresse do usuário devido ao trânsito ou ao transporte público imprevisível. Enquanto isso, câmeras inteligentes de segurança visam aumentar a sensação de segurança do usuário no campus, algo que é constantemente criticado em relação a CUASO.

- **Redução de Impactos Ambientais**

Existem diversas aplicações de conceitos inteligentes que suportam soluções que reduzem impactos ambientais, tais como o uso eficiente da água e da energia em edifícios, que reduzem a demanda por recursos naturais. Por outro lado, as soluções que envolvem melhoras na mobilidade urbana, como os aplicativos de carona e de compartilhamento de bicicletas, também contribuem para a redução do consumo de combustíveis e das emissões de gases do efeito estufa pelos veículos particulares.

- **Conscientização da Comunidade**

Os benefícios que cada solução trará serão tão maiores quanto maior for o número de pessoas envolvidas nela. Esse critério leva em consideração o potencial de um projeto em conscientizar os usuários sobre sua importância dentro de um determinado contexto. O objetivo é motivá-los a tomar medidas para melhorar a situação atual do campus em relação a este contexto.

Um dos exemplos mais claros são os totens informativos. É de se esperar que com a transparência na informação de consumo de recursos e emissão de resíduos, os usuários se conscientizem e fiquem engajados em mudar a situação de sua unidade para melhor, não deixando esta responsabilidade apenas para a administração do campus.

- **Abrangência no Meio Urbano**

Ao utilizar a CUASO como um meio para a experimentação de soluções inteligentes, muitas delas apresentarão resultados mais localizados, impactando apenas o próprio campus. São exemplos disso as câmeras inteligentes para vigilância e aquelas para controle de tráfego e acesso, as quais beneficiarão apenas a comunidade universitária. Outras soluções, como as que envolvem o uso eficiente de recursos naturais, possuem um impacto mais amplo.

É importante considerar esta abrangência dos impactos que uma solução pode ter, afinal, torna-se mais vantajoso desenvolver e aplicar recursos em soluções que não só gerem efeitos locais, mas que contribuam para a eficiência de seus entornos e, até, na própria cidade.

5.2 Hierarquização e avaliação final das soluções

Após a análise dos aspectos considerado no item 8.2, foram definidos os pesos relativos entre os critérios, como proposto pelo método do AHP. Nessa etapa, considerou-se, por exemplo, o quão mais importante seria a viabilidade financeira em relação aos impactos sociais e ambientais, por exemplo.

Em seguida, o mesmo foi feito em relação aos subcritérios dentro de cada critério, como por exemplo, dentro de conhecimento para elaboração, o que seria mais relevante, o conhecimento técnico ou o tempo de elaboração.

Por fim, foi calculado quais seriam os pesos relativos globais de cada critério e subcritério para a tomada de decisão. Os resultados absolutos podem ser encontrados na Tabela 13, sendo também esquematizados no Gráfico 9.

Tabela 13 – Pesos relativos de cada critério e subcritério

Critério	Peso do Critério	Subcritério	Peso do Subcritério
Conhecimento para elaboração	18,2%	Conhecimento Técnico	13,7%
		Tempo para Elaboração	4,6%
Urgência	29,4%	Prefeitura	22,0%
		Usuário	7,3%
Viabilidade financeira	29,4%	Investimento Inicial	18,6%
		Custos Manutenção	3,1%
		Retorno Investimento	7,7%
Possibilidade de Replicação	4,2%	Possibilidade de Replicação	4,2%

Critério	Peso do Critério	Subcritério	Peso do Subcritério
Grau de Comprometimento	9,4%	Usuário	7,8%
		Gerenciamento	1,6%
Impactos sociais e ambientais	9,4%	Qualidade de Vida do Usuário	5,2%
		Redução de Impactos Ambientais	1,1%
		Conscientização da Comunidade	2,5%
		Abrangência no Meio Urbano	0,5%

Fonte: Elaboração própria.

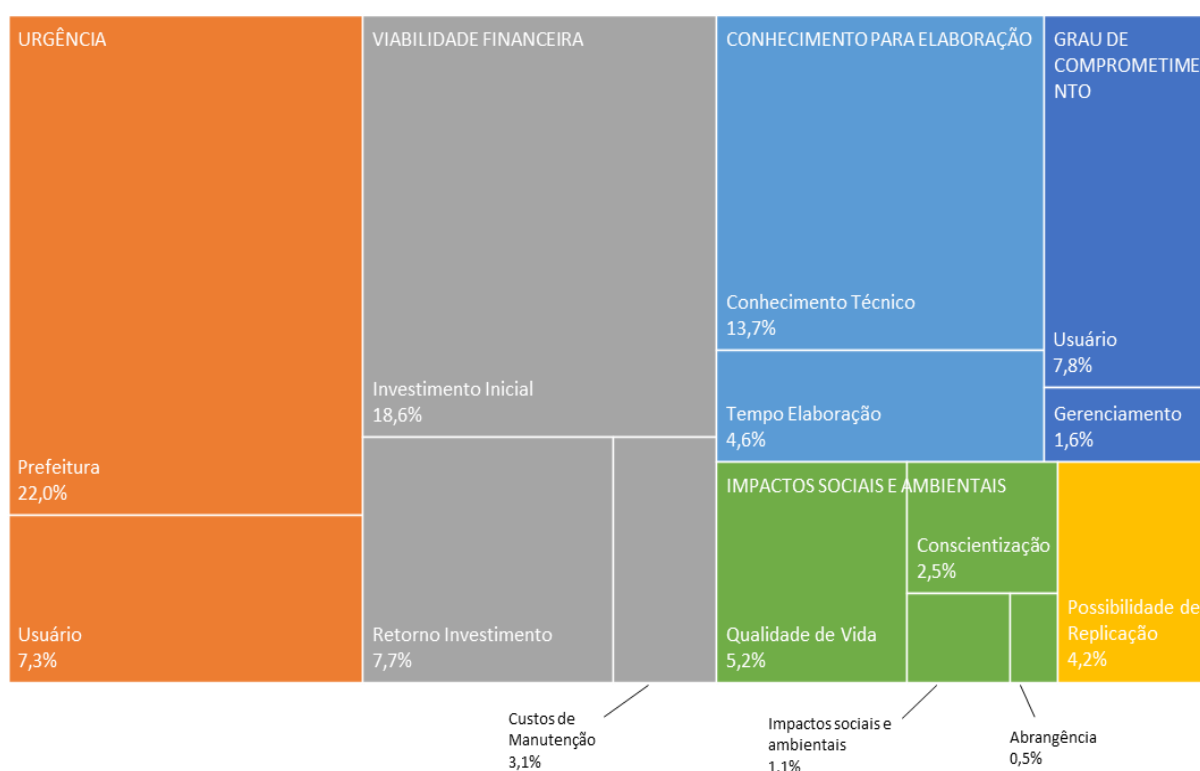


Gráfico 9 – Pesos relativos de cada critério e respectivos subcritério
Fonte: Elaboração própria.

Para a hierarquização das soluções, a análise é feita de maneira similar em relação a cada subcritério. Para o caso do investimento inicial, considera-se, por exemplo, o quão mais barato seria instalar totens informativos em relação a cada uma das outras soluções. Essas comparações são feitas para todos os subcritérios, entre todas as soluções. Estes dados podem ser encontrados no Anexo A. O peso relativo de cada solução e sua hierarquização estão presentes no Gráfico 10.

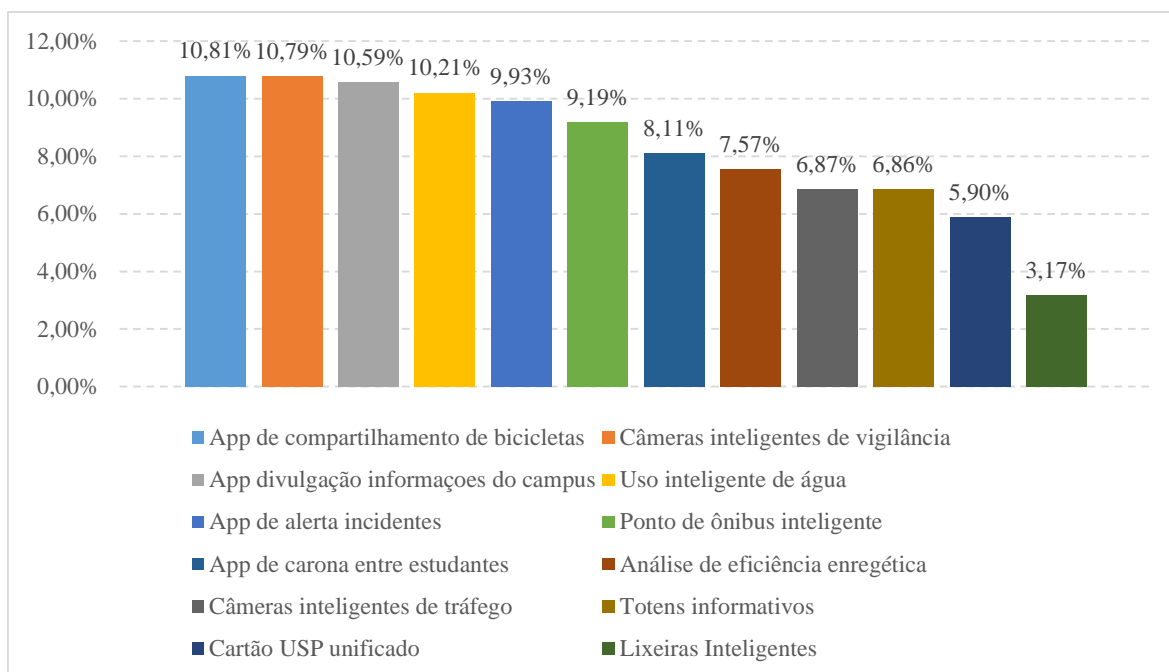


Gráfico 10 – Hierarquização das soluções

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, segundo orientação do método AHP e as considerações e premissas assumidas, a solução inteligente com maior potencial de aplicação na Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” é o aplicativo de celular para compartilhamento de bicicletas.

6. CAPÍTULO VI – Justificativa da aplicabilidade do aplicativo de compartilhamento de bicicletas

A aplicação do método AHP mostrou-se adequado ao apoio na hierarquização de soluções, mas não é sozinho suficiente para a tomada de decisão. Deste modo, refletiu-se a hipótese da solução priorizada não ser efetivamente a melhor solução a ser desenvolvida. Analisando a solução priorizada, o aplicativo de disponibilidade de bicicleta, se concluiu que ele poderia ser muito mais impactante e inovador se tratasse de todo o processo de compartilhamento, levando isso em consideração, a solução proposta foi modificada para um aplicativo de compartilhamento de bicicletas.

Para subsidiar a análise das opções e selecionar a proposta de solução a ser desenvolvida, foi contatada a prefeitura da CUASO, realizada pesquisa com usuários dos sistemas de compartilhamento atuais e também analisadas exemplos e referências existentes tanto nacionalmente quanto internacionalmente de aplicativos.

6.1 Motivações para a escolha

O principal objetivo dessa seção foi compreender dois pontos: primeiramente, entender a utilidade do aplicativo para a prefeitura da CUASO e para usuários o segundo ponto é justificar porque essa solução pode ser considerada como inteligente.

6.1.1. Importância da solução para a USP

De encontro a recentes iniciativas de valorização da mobilidade urbana por bicicleta, a cidade universitária possui um projeto de implantação de um sistema cicloviário na CUASO. Com este, a prefeitura visa criar oportunidades para aqueles que desejam usar a bicicleta como meio de transporte, e ao mesmo tempo, contribuir para um modo mais sustentável de locomoção, humanizando o espaço do campus (COSTA; SILVA, 2015).

O programa prevê infraestrutura de circulação (ciclovias e ciclofaixas) e estacionamento de bicicletas (paraciclos e bicicletários); um canal de apoio ao ciclista e um sistema eficiente e abrangente de bicicletas compartilhadas. Também faz parte do projeto, programas de incentivo

ao uso desse modo, sinalização e fiscalização de trânsito, além da educação da população usuária do campus para garantir segurança ao ciclista (COSTA; SILVA, 2015).

O Projeto de Sistema Ciclovitário do Campus, disponibilizado pela Prefeitura da CUASO prevê o total de 400 bicicletas disponíveis, sendo que para cada bicicleta haverá 1,6 vagas, sendo então 640 vagas disponíveis. Estas vagas e bicicletas serão distribuídas em 36 estações ao redor do campus, que variam de tamanho, podendo ter 7, 14, 21, 28 ou 35 vagas. Para definição da localização das estações, usou-se como base o estudo do PedalUSP complementado por novas variáveis, além de sugestões recebidas em uma pesquisa realizada online. Abaixo é o mapa de distribuição das estações propostas (pontos em azul).



Figura 40 – Localização sugerida para as estações de bicicletas compartilhadas (sem escala)

Fonte: TC Urbes, 2015 apud COSTA; SILVA, 2015, p.79.

O projeto ciclovitário ainda especifica como deve ser a Rede Ciclovitária Estrutural, que totaliza 26,2 km de infraestrutura ciclovitária. No projeto são apresentadas e detalhadas tipologias específicas a serem implantadas em cada uma das vias, trecho, ou grupo de vias.

O projeto ciclovitário da Prefeitura acaba tendo um foco muito maior na parte da infraestrutura do que na parte de sistema de compartilhamento, não detalhando como deve ser o processo de

aluguel e devolução. Entretanto, o projeto fala quais são requisitos mínimos a serem incorporados, (requisitos esses que são retirados do Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas) e alguns desses requisitos se referem ao sistema de compartilhamento de bicicletas, sendo eles explicitados abaixo, conforme indicado em (COSTA; SILVA, 2015):

- Sistema de travamento totalmente automático;
- Sistema de rastreamento sem fio, que localize onde a bicicleta foi retirada e devolvida, além de identificar o usuário;
- Acompanhamento em tempo real da ocupação das estações por serviços móveis;
- Informações em tempo real para os usuários por diversos canais, como internet, celulares e/ou terminais locais.

O projeto também levanta outros aspectos que seriam interessantes de incorporar, como:

- Integração com o cartão BUSP;
- Alimentação energética das estações e dos sistemas de comunicação feita por painéis solares.

Com isto, o escopo deste trabalho de formatura é estudar desde como o aplicativo de compartilhamento de bicicletas vai interagir com as estações, fazendo com que o usuário consiga de forma rápida e eficaz alugar/devolver sua bicicleta, até estruturar quais são as funcionalidades que ele deve ter para que, de algum modo, ele seja inovador e agregue ao usuário e para a prefeitura informações e dados condizentes com um sistema inteligente. Sendo assim, acredita-se que o estudo é complementar ao projeto já feito pela prefeitura, podendo ser incorporado futuramente a este.

Em conversa realizada no dia 01 de setembro de 2015 com dois membros da prefeitura da USP, engenheiros Douglas Costa e Cláudio Tervydis (responsável pelo projeto PedalUSP), o grupo teve em um primeiro momento um desencorajamento de prosseguir com o aplicativo para o puro compartilhamento de bicicletas, uma vez que o projeto ciclovitário previsto não será financiado pela USP e ocorrerá a partir de uma concessão de todo o sistema (infraestrutura e sistema de Tecnologia). Como a concessão ocorreria antes da finalização desse estudo, inicialmente a ideia foi desestimulada.

Em um segundo momento, após a apresentação mais aprofundada das ideias do grupo, expondo os diferenciais da proposta, obteve-se uma reação positiva dos engenheiros com diversas sugestões para o aplicativo, que serão detalhadas mais à frente neste trabalho. Em relação ao problema inicial – não conseguir adicionar o projeto no Edital de concessão a tempo –, uma possível alternativa foi levantada: incorporar as ideias do aplicativo no contrato de concessão através de um futuro aditivo de contrato, caso as soluções detalhadas pelo grupo sejam claras e concisas.

Assim, considerando que a ideia do aplicativo vem junto ao momento de implantação de um sistema ciclovitário no campus e que há interesse da prefeitura em implantar as ideias propostas pelo grupo, decidiu-se prosseguir com a solução selecionada pelo AHP, mudando apenas o foco de desenvolver não somente um aplicativo puramente para o compartilhamento de bicicletas, mas com inovações que tornem o futuro sistema ciclovitário mais inteligente.

6.1.2. Importância da solução para os usuários

A solução ganha importância para o usuário na medida em que irá facilitar a sua interação com o sistema ciclovitário. Além da estrutura física do sistema, o usuário poderá usufruir de outras facilidades que virão com o aplicativo.

O aplicativo terá seu desenho com o foco nos usuários e o que poderia ser útil para eles em seu dia-a-dia. Para isto, foi realizada uma pesquisa online, por meio da qual 203 respostas foram obtidas, sendo que 100 dos respondentes já haviam usado aplicativos de bicicleta antes. Na pesquisa, foram feitas diversas perguntas para entender se o usuário reconhecia problemas nos aplicativos de compartilhamento de bicicleta já existentes e quais seriam eles (somente usuários atuais responderam), e foi perguntado para todos respondentes (usuários atuais ou não) qual sobre seu interesse em utilizar algumas possíveis funções do aplicativo.

Esta pesquisa será detalhada mais à frente, valendo neste item ressaltar que através dessa, pôde-se entender, primeiramente, que os usuários têm vivenciado diversos problemas com os aplicativos de compartilhamento de bicicletas que hoje existem, e enxergam espaço para melhorias. Segundo, existem diversas funções que o usuário gostaria de ter no aplicativo, conforme sugestões feitas na pesquisa, e que o grupo poderia incorporar ao projeto do sistema.

Como será visto e detalhado no capítulo a frente, o aplicativo terá as funções-padrão de um aplicativo de compartilhamento de bicicleta e, além disto, terá algumas melhorias e novas funções. Estas inovações visam criar benefícios adicionais para os usuários, como ganho de tempo, maior segurança e melhores condições de vias e bicicletas.

6.1.3. Como a solução se encaixa em uma solução inteligente

Apesar da solução já ter sido previamente apresentada como inteligente, decidiu-se entender e aprofundar um pouco mais esse aspecto para que fosse possível entender exatamente como a proposta se configura uma solução inteligente.

Este aplicativo tem como objetivo utilizar a tecnologia para tornar um serviço urbano, no caso o uso de bicicletas compartilhadas, mais inteligente, interligado e eficiente, exatamente o que soluções inteligentes devem fazer para serem assim consideradas.

Com o aplicativo, o sistema ciclovitário da USP será não só uma infraestrutura física, mas será capaz de integrar o usuário tanto com a prefeitura quanto com a concessionária. Ao conectar o usuário a uma plataforma de dados, será possível a mensuração do uso de bicicletas, conhecer a intensidade e objetivos dos locadores, o que pode contribuir para a melhoria do serviço. Por exemplo, serão gerados e captados dados que farão com que seja possível a análise de estações que têm constante falta ou superlotação de bicicletas, sendo possível analisar o aumento ou a diminuição de disponibilidade de vagas nas estações. Desta forma, com um aplicativo bem planejado, a “cidade” sabe mais sobre si própria e o “sistema” sobre seus usuários.

Outro ponto relevante para que essa solução seja considerada como inteligente é o fato de estar apoiando um modo de transporte sustentável e não poluente; afinal, a busca pelo desenvolvimento de um ambiente urbano sustentável é uma das grandes motivações em tornar uma cidade tradicional em uma inteligente.

Por último, o aplicativo tem potencial para ser replicado em outros sistemas de compartilhamento fora do Campus. Apesar de não ser isto que torna esta solução inteligente, este foi um ponto que contou a favor da solução, pois o objetivo maior com o projeto não é algo pontual, mas sim algo que possa ser útil para a sociedade de forma mais ampla.

6.2 Exemplos de aplicativos de compartilhamento de bicicletas existentes

Depois de analisar que essa seria uma solução útil tanto para a prefeitura quanto para os usuários, visando ter embasamento para prosseguir com a solução, uma pesquisa de aplicativos já existentes foi realizada. Através do acesso ao “BikeSharing World Map”, uma parceria entre o Google e o MetroBike, é possível saber onde estão os principais sistemas de compartilhamento de bicicletas no mundo. O mapa a seguir mostra as cidades que oferecem o serviço público de aluguel de bicicletas e também aquelas que planejam implantá-lo (KOGAN, 2014).



Legenda:




-  Em operação – Informação de Novembro de 2015
-  Em planejamento ou construindo
-  Fora de operação

Figura 41 – Localização de sistemas de compartilhamento de bicicletas
Fonte: GOOGLE MAPS, 2015

Através do BikeSharing World Map, é possível encontrar quatro sistemas de compartilhamento de bicicletas em São Paulo: o Bradesco CicloSampa, Itaú Bike Sampa, o Pedalusp e o Nossa Bike. O Pedalusp aparece ainda como em operação, embora tenha sido suspenso em dezembro de 2012 para a reformulação do sistema ciclovitário da USP (CLEMENTE, 2014). O Nossa Bike é um compartilhamento de bicicletas que não funciona por habilitação eletrônica, e o Bradesco CicloSampa ainda não é tão grande quanto o Itaú Bike Sampa, de forma que se resolveu aprofundar o estudo do aplicativo e sistema de compartilhamento com base neste último.

O Bike Sampa foi inaugurado em maio de 2012, operado pela Samba/Serttel e apoiado pelo Itaú, em parceria com a prefeitura de São Paulo. De maio de 2012 até agosto de 2015, o projeto já conta com mais de 1,4 milhão de viagens realizadas e 515 mil usuários cadastrados. O serviço é baseado em um termo de cooperação, onde a Samba/Serttel é responsável pela criação e operação do projeto, a prefeitura cede o espaço público e o Itaú viabiliza o “Bike Sampa” (DOMINGO; PINHO, 2015).

Para utilizar o sistema é obrigatório o cadastramento prévio no site ou no aplicativo do Bike Sampa com um número de cartão de crédito. O Passe Bike Sampa é gratuito, e o cartão de crédito é apenas uma garantia de correta utilização. A primeira hora de uso da bicicleta não é cobrada, após os 60 minutos gratuitos, são cobrados R\$5,00 a cada hora extra de utilização. O usuário tem a opção de devolver a bicicleta antes de ter seu tempo esgotado e alugar outra bicicleta esperando o intervalo de 15 minutos (BIKE SAMPA, 2015).

Existem três modos de se retirar a bicicleta de estação, através do aplicativo para smartphones, ligação do celular ou através do cartão do Bilhete Único. Para devolver basta encaixar a bicicleta em uma livre, caso a estação esteja sem espaço para bicicleta o usuário deverá ligar para a Central de Atendimento ao Cliente, e ele terá então 15 minutos extras para devolver sua bicicleta em alguma outra estação (BIKE SAMPA, 2015).

Caso o desbloqueio da bicicleta ocorra pelo smartphone ou ligação, o usuário deverá digitar o número da estação que ele deseja retirar a bicicleta, digitar a posição da bicicleta desejada, confirmar a operação e desconectar esta bicicleta quando uma luz verde na estação estiver acesa. Pelo bilhete único, o desbloqueio é um pouco diferente: o usuário deve encostar o Bilhete Único no leitor de cartão, o visor da estação mostrará o número da bicicleta a ser liberada, o usuário deve de novo apresentar o cartão para confirmar a operação e deve então puxar a bicicleta quando a luz verde estiver acesa. Após a retirada da bicicleta, caso o usuário sinta

alguma desconformidade com a bicicleta, ele tem o intervalo de 5 minutos para devolvê-la na mesma estação e retirar outra, sem que seja contabilizado o tempo de utilização, nem o intervalo entre duas retiradas. A desconformidade da bicicleta pode ser comunicada ligando-se para a Central de Atendimento (BIKE SAMPA, 2015).

As estações de compartilhamento existem em diversos formatos, mas são todas gerenciadas por um computador, funcionam através de energia solar e comunicação wireless. Tem sempre um painel com instruções de uso e um mapa com a localização de todas as estações; o travamento e a liberação de bicicletas ocorrem por dispositivos eletromecânicos e lâmpadas de sinalização (BIKE SAMPA, 2015).

Os dados fornecidos pelo usuário são recolhidos e armazenados na Base de Dados da MOBILIDADE, de forma que podem ser utilizados para identificação e comunicação com o usuário quando necessário para fins de prestação de serviços, para a realização de pesquisas e elaboração de estatísticas gerais sobre o desempenho do sistema, para a otimização do acesso e da navegação no site e aplicativo, para a realização de campanhas de comunicação e orientação sobre o Sistema e Operadora e, por último, para informar, mediante prévia autorização do usuário, a respeito de novos serviços e produtos que possam ser acessados pelos mesmos (BIKE SAMPA, 2015).

Analisando o projeto, este conta com alguns pontos interessantes, como a opção de liberar a bicicleta através do Bilhete Único e poder alugar as bicicletas através de uma ligação à Central de Atendimento ao cliente, de forma que usuários que não possuem nem Bilhete Único nem internet no celular têm como alugar uma bicicleta. Outra função atraente do aplicativo é ter 15 minutos extras para devolução de bicicletas caso o usuário chegue em uma estação cheia; para se ter estes minutos, basta ligar para a Central de Atendimento (BIKE SAMPA, 2015).

Por outro lado, o aplicativo não conta com grandes inovações e visa apenas o momento de aluguel e devolução da bicicleta, não levando tanto em consideração outras variáveis, como informações de trajeto e reporte em tempo real de problemas nas bicicletas. Além disso, um ponto de debate é o fato de que, para o usuário poder se cadastrar no sistema de aluguel, deve-se ter, obrigatoriamente, um cartão de crédito; limitando-se, então, o acesso ao sistema a apenas as pessoas que o possuem.

Além disso, alguns problemas foram reportados pelos usuários, segundo uma reportagem realizada pela UOL em janeiro de 2015. São diversos os inconvenientes: desde o aplicativo

mostrando estações cheias quando, na verdade, estão vazias, não mostrando as estações desconectadas e diversos problemas com bicicletas quebradas. Alguns outros impasses foram apontados, como problemas na hora da devolução, onde diversas estações ficam constantemente vazias ou com ocupação máxima; problemas com o atendimento devido à falta de eficiência da central ou até números de telefones incorretos em algumas das estações; dificuldades na hora de alugar a bicicleta, como problemas com a conexão, principalmente em dias nublados ou de chuva, já que as estações funcionam à base de energia solar. E, por último, problemas de aluguel com o uso do Bilhete Único, que ainda não está funcionando da melhor maneira (BALAGO; MORI, 2015).

Foram analisados também outros sistemas de compartilhamento de bicicleta no Brasil, como o Bicletar de Fortaleza, que resultou de uma parceria da Prefeitura de Fortaleza com a Unimed, operado pela concessionária Serttel. O maior diferencial desse sistema para o Bike Sampa é o fato de que neste se deve escolher um plano de aluguel, sendo 3 os planos existentes: o de R\$5 que é válido por um dia, o de R\$10 que é válido por um mês e o de R\$60 que é válido por um ano. Caso o usuário possua Bilhete Único, ele se isenta do pagamento do plano. Outro diferencial é o fato de que em domingos e feriados o período gratuito de aluguel passa de 60 minutos para 90 minutos (BICICLETAR, 2015).

Em Belo Horizonte, o sistema de compartilhamento Bike BH é fornecido por uma parceria entre a prefeitura da cidade, o banco Itaú e a Samba/Sertell, logo é um sistema muito parecido com os dois já citados acima. Como acontece em Fortaleza, em Belo Horizonte os usuários devem também pagar um passe, que pode ser diário (R\$3), mensal (R\$9) ou anual (R\$60), mas, diferentemente de Fortaleza, mesmo os usuários que possuem o Bilhete Único não são isentos de pagar essa taxa. Os usuários também têm direito a 90 minutos de bicicleta nos domingos e feriados (ITAU, 2014).

Os projetos acima mencionados são também semelhantes ao Bike Rio, Bike PE (Recife, Olinda e Jaboatão dos Guararapes), Bike Salvador, Bike Porto Alegre e Bike Brasília, que são outras referências no compartilhamento de bicicletas no Brasil (ITAU, 2014). Dos projetos estudados e analisados no Brasil, nenhum mostrou alguma inovação ou diferencial sobre o já estudado e detalhado Bike Sampa.

Foram também estudados alguns sistemas disponíveis internacionalmente. O primeiro aplicativo estudado foi o Velo'v de Lyon, na França, um dos primeiros sistemas de compartilhamento a ser criado, tendo sido lançado em 2005. Atualmente, o sistema conta com

348 estações com mais de quatro mil bicicletas, que estão localizadas perto das estações de transporte público (VELOV, 2015). O sistema foi inspirado nos sistemas que existiam em Oslo e Viena. Entretanto, o projeto previu o dobro de bicicletas do que em Oslo e o dobro de estações do que em Viena para garantir a efetiva cobertura da região e tornar o serviço de compartilhamento de bicicletas mais eficiente e competente (VESCO, 2011).

O sistema funciona a partir da aquisição de um plano, que pode ser diário ao custo de €1,50, semanal por €5 ou anual por €25, a primeira meia hora de uso é gratuita. O preço cobrado por tempo extra varia conforme o plano que o usuário possui. No caso do plano anual, a primeira meia hora extra custa €0,75 e a segunda meia hora e as seguintes custam €1,50. Já para usuários de plano de curta duração, a primeira meia hora extra custa €1 e a segunda e as horas seguintes custam €2. Além disso, vale ressaltar que existem diversas variáveis que mudam essas condições, por exemplo, jovens de 14-25 anos pagam €15 no plano anual, ou caso o usuário possua o cartão da TCL (agência pública de transporte em Lyon), ele tem a primeira hora gratuita, não apenas 30 minutos, dentre outras variáveis. Sendo assim um ponto diferencial deste sistema é possuir diferenciação de preço e tempo entre usuários (VELOV, 2015).

O acesso às bicicletas pode ser feito por usuários que possuam um cartão de assinatura para acesso ao serviço, podendo este ser realizado tanto online quanto na própria estação, mediante um cartão de crédito. O usuário, após cadastro, recebe imediatamente uma conta e um PIN para que consiga acessar as bicicletas. Esse acesso é feito através de cartão ou ticket, não precisando o usuário então usar internet ou telefone para o aluguel das mesmas. Para o acesso do terminal, basta o usuário digitar o número do seu ticket ou passar o cartão no leitor e, em seguida, inserir seu código pessoal (VELOV, 2015).

São alguns detalhes que fazem desse sistema de compartilhamento um exemplo. Em primeiro lugar, o fato de não requerer, necessariamente, o uso da internet ou telefone para aluguel das bicicletas, sendo necessário, apenas, um número de cadastro e uma senha. Outro ponto interessante é o da existência da opção do usuário se cadastrar online pelo site com cheque ao invés de cartão de crédito. O desbloqueio para uso não é imediato, já que o cheque deve ser enviado pelo usuário por correio e, depois, sua veracidade deve ser averiguada, mas, pelo menos, o usuário possui essa opção e, caso não possua cartão de crédito, ainda pode usufruir do serviço (VELOV, 2015). Além disso, outra característica do sistema é o cuidado em sempre manter as bicicletas em boas condições. Existe um aplicativo, o Velo'ver, fornecido por Lyon, que tem como função apenas verificar o estado das bicicletas. Com o aplicativo, o usuário

consegue, antes de pegar a bicicleta, verificar o estado da mesma, bastando que ele insira no aplicativo o número de série que se encontra na parte traseira dela. Rapidamente, o usuário receberá o estado desta, que foi declarado pelo último usuário, e também tem a opção de realizar o teste, caso a bicicleta o agrade ele pode alugá-la, caso contrário, ele pode rejeitá-la (em até 5 minutos) e pode declarar qual o problema encontrado (GOOGLE PLAY, 2015). O interessante desse aplicativo é o fato que ele depende da colaboração dos usuários, pois caso esses costumem a usar o mesmo, tem-se uma melhor garantia de que as bicicletas em circulação estejam em bom estado; caso contrário, o aplicativo é de pouco/nenhum uso.

Na cidade de Lyon, para complemento do sistema de compartilhamento de bicicletas, existe mais de um aplicativo disponível, sendo dois os principais aplicativos sugeridos pelo próprio site do Vélo’v. Os aplicativos sugeridos são o AllBikesNow e o Géovélo.

O AllBikesNow ajuda o usuário a responder as seguintes perguntas:

- i. Onde posso encontrar uma bicicleta para alugar perto de mim?
- ii. Onde posso devolver uma bicicleta perto daqui?
- iii. Onde posso encontrar uma estação perto do endereço que vou?
- iv. Qual é o número de vagas/bicicletas para alugar nas minhas estações prediletas?
- v. Qual o estado da minha conta do Vélo’v?
- vi. Quanto custou minha última viagem?

Em Lyon, com o aplicativo AllBikesNow ainda é possível que o usuário cheque a rota do trajeto realizado em corridas que duraram mais de 30 minutos (VELOV, 2015). Além disso, o aplicativo também oferece a função de guiar o usuário até a estação desejada através da navegação GPS integrada ao celular. Uma outra função disponível é a modificação de dados pessoais (endereço e conta) (GOOGLE PLAY, 2015).

Vale ressaltar que esse aplicativo não é exclusivo da cidade de Lyon, nem do continente europeu, e várias outras cidades possuem esse mesmo aplicativo que integra o sistema de compartilhamento de bicicletas da cidade, são essas: Amiens (Velam), Besançon (VéloCité), Brisbane (CityCycle), Bruxelas (Villo), Cergy (Velo2), Créteil (Cristolib), Dublin (DublinBikes), Gotemburgo (Styr&Stall), Cazã (Veli’k), Lillestrom (Bysykkel), Liubliana (Bicikelj), Luxemburgo (Veloh), Marselha (le vélo), Mulhouse (VéloCité), Namur (Libiavelo), Nancy (VélOstan’lib), Nantes (Bicloo), Paris (Vélib), Ruão (Cy’clic), Santander (Tusbic),

Sevilha (Sevici), Estocolmo (Cyclocity), Toulouse (VélôToulouse), Toyama (Cyclocity), Valência (Valenbisi) et Vilnius (Cyclocity) (GOOGLE PLAY, 2015).

É um aplicativo focado em auxiliar o usuário em ações que não sejam o momento de aluguel em si, já que esse é feito diretamente pelo monitor da estação, não podendo ser feito pelo aplicativo, como é o caso do Bike Sampa, que tem um foco maior no aluguel. O AllBikesNow, por sua vez, visa oferecer para o usuário algumas funções extras que facilitem o dia a dia do uso deste. O Géovélo por sua vez, é um aplicativo que exibe o número de vagas das estações em tempo real e sua principal função é o cálculo de rotas personalizadas. A rota calculada pelo aplicativo é capaz de se adequar a sua velocidade média, e ao tipo de trajeto que o usuário deseja (mais rápido ou mais seguro). Além disso, o Géovélo na hora de calcular a rota, sempre confere prioridade para ciclovias e ciclofiixas e ruas de pouco movimento, assim garantindo para o usuário, conforto, segurança e tranquilidade.

Dessa forma, com base nos sistemas analisados, observa-se a oportunidade para melhoramento e integração de funções, como será apresentado na proposta de solução, a seguir.

7. CAPÍTULO VII – Detalhamento do aplicativo de celular para suporte ao compartilhamento de bicicletas na CUASO

Uma vez definido que a solução inteligente a ser aplicada no campus seria o aplicativo de telefone celular para suporte ao compartilhamento de bicicletas, tornou-se necessário detalhar quais seriam as funções deste aplicativo, tanto as funções básicas para um aplicativo deste tipo quanto as possíveis funções inovadoras, possibilitando a aplicação de conceitos inteligentes.

Para tanto, foram identificadas as possíveis soluções que poderiam ser incorporadas ao aplicativo, visando os benefícios ao usuário, à Universidade/ Prefeitura do Campus e ao próprio operador. Assim, foi feita uma pesquisa via internet que possibilitou o conhecimento do perfil dos possíveis usuários, quais soluções foram consideradas importantes e ainda houve abertura para sugestões adicionais. Foram obtidas 203 respostas e os resultados desta pesquisa se encontram tabulados no Anexo B. Além disso, conforme citado no Capítulo VI, foram discutidas em reunião as necessidades e os interesses da Prefeitura.

Com estes dados, foram analisadas vinte e duas ideias iniciais (expostas na Tabela 14), que foram categorizadas de acordo com suas funcionalidades: prover informações úteis aos usuários, facilitar a praticidade e garantir a operacionalidade do sistema, além de estimular a utilização do sistema de compartilhamento.

A partir destas ideias, foram escolhidas sete funcionalidades para serem de fato implementadas no aplicativo. Os critérios de decisão para este refinamento foram a viabilidade técnico-funcional, a importância da funcionalidade para o usuário e para a Universidade/Prefeitura do campus, e a relevância para o escopo da Engenharia Civil. Estas sete funcionalidades são detalhadas a seguir e o seu design é exibido no Capítulo VIII.

Além disto, ao fim deste capítulo há também uma introdução sobre algumas tecnologias que poderiam ser aplicadas no sistema de compartilhamento. Elas não são amplamente detalhadas, uma vez que isto exigiria um conhecimento bastante avançado de tecnologia da informação e programação, o que fugiria do escopo deste trabalho. No entanto, foi considerada importante a análise, ainda que preliminar, das possíveis soluções tecnológicas que poderiam dar suporte às funcionalidades previstas.

Tabela 14 – Funções analisadas para implementação no aplicativo

Categoria	Função	Descrição
Prover informações úteis ao usuário	Informe calórico	Estimativa de quantas calorias foram gastas ao se percorrer o trajeto de bicicleta.
	Quilometragem percorrida	Estimativa de quantos quilômetros foram percorridos no trajeto.
	Ganhos ambientais	Estima da redução de carbono emitido ao se optar pela bicicleta ao invés do carro.
	Ganhos financeiros	Estimativa da economia financeira ao se optar pela bicicleta e não outro modal, como o carro (gasto com gasolina) ou ônibus (preço da passagem).
	Aviso de terminal próximo	Alerta do tempo restante de uso da bicicleta e indicação no mapa da estação mais próxima para devolução da bicicleta.
	Rota com narrador	Narração instantânea da rota, com indicações de direção do caminho.
	Escolha de rotas	O usuário informa o ponto de destino ao pegar a bicicleta e o aplicativo indica as possíveis rotas.
	Pontos de interesse	Mapeamento dos principais pontos de interesse da Cidade Universitária, como faculdades, restaurantes e bibliotecas.
	Previsão do clima	Previsão do clima disponível no aplicativo, para auxiliar na decisão do usuário de utilizar ou não a bicicleta.
	Dicas de uso	Dicas informativas de uso da bicicleta, como sugestões para trânsito mais seguro (“Mantenha-se a direita”, “respeite o pedestre”, etc.).
Facilitar a praticidade e garantir a operacionalidade do sistema	Aviso de problemas na bicicleta	O usuário informa problemas na bicicleta, como correia solta, espelho/campainha quebrada, ou mesmo bicicletas fora de operação.
	Tempo de disponibilidade	Estimativa do tempo de espera para que haja disponibilidade de bicicleta em determinada estação, com base no sensoriamento das bicicletas.
	Informações sobre o trajeto	Informações sobre a altimetria do trajeto, localização de ciclovias e ciclofaixas; cooperação do usuário para informar problemas na via.
	Segurança das ciclovias e ciclofaixas	Informação sobre a segurança dos trajetos, como a iluminação em cada região, por exemplo.
	Cadastro simplificado	Redução da burocracia para o cadastro, através do cadastro automático com o cartão USP ou cartão de crédito, ou de sistema interativo na própria estação para evitar a necessidade de celular, por exemplo.
	Forma de retirada da bicicleta	Simplificação da forma de retirada da bicicleta, tornando o processo mais rápido e eficiente.
Estimular a utilização do sistema de compartilhamento	Sugestão de novas estações	Espaço para que o usuário sugira pontos com necessidade de estação.
	Ligação com meios de transporte coletivos	Rotas de ônibus que passam em cada ponto, pontos de conexão com o metrô ou CPTM.
	Conexão com redes sociais	Conexão com redes sociais como Facebook ou Twitter.
	Sistema de descontos	Sistema de pontos ou milhas que permitiria obtenção de descontos em lojas parceiras.
	Ranking dos usuários	Sistema de pontuação, considerando quanto o usuário utiliza e colabora com o sistema, de forma a se ter um ranking entre usuários e unidades.
	Pesquisas aleatórias	Sistema de pesquisas aleatórias sobre informações sobre o campus (ex: qualidade dos restaurantes universitários no dia) para banco de dados da Prefeitura.

7.1 Detalhamento das principais funcionalidades do aplicativo proposto

Das vinte e duas funções analisadas para o aplicativo, foram selecionadas algumas, consideradas mais relevantes. Ao final da seleção, foram escolhidas sete funções a serem implementadas, sendo que algumas delas são resultados da fusão de duas ou mais funções da tabela 14. Num primeiro momento, fez-se a descrição das funções, para que ficasse claro qual o objetivo de cada uma, além de possíveis desafios para a implementação das mesmas.

7.1.1 Tempo de disponibilidade

Uma função que todo aplicativo deve ter, sendo considerada como requisito mínimo no Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas (ITDP, 2010), é o acompanhamento em tempo real da ocupação das estações por serviços móveis. Decidiu-se, no presente projeto, ampliar esta funcionalidade, tornando possível também o conhecimento do tempo de espera estimado para que uma bicicleta chegue à estação. Com isto, o usuário sabe se deve ou não esperar naquela estação.

Para o desenvolvimento da função básica, faz-se o mapeamento de todas as estações no aplicativo, e o usuário pode consultar no mapa quantas bicicletas há em cada estação, tanto ao procurar uma estação para retirar uma bicicleta quanto na hora da devolução. Para facilitar a comunicação visual, cada estação seria exibida no mapa com um indicador apontando a taxa de ocupação da estação (cheia, parcialmente cheia, vazia).

A ampliação desta funcionalidade seria a possibilidade de se consultar o tempo de espera para que uma bicicleta chegue a uma estação vazia. Isto se faria através do acompanhamento em tempo real da localização das bicicletas, pelo rastreamento contínuo das mesmas²¹, além da participação do usuário, que informaria o ponto de destino no momento em que pegasse a bicicleta.

²¹ Algumas possibilidades de rastreamento foram previamente consideradas: implantação de rastreador GPS (*Global Positioning System*) em cada bicicleta, por GSM (*Global System for Mobile Communication*) e GPRS (*General Packet Radio Service*) ou radiofrequência; uso da tecnologia beacon, descrita ao fim do capítulo. No entanto, optou-se por não se detalhar exaustivamente as possibilidades de rastreamento, por fugir do escopo deste trabalho.

Através da comunicação entre a bicicleta e as estações, seria possível conhecer a distância em que a bicicleta se encontra e, pela estimativa da velocidade média do usuário, obter-se-ia o tempo de espera até a chegada à estação informada como final. Esta informação seria disponibilizada para outro usuário que chegasse à estação vazia e quisesse retirar uma bicicleta.

A principal vantagem desta funcionalidade é permitir ao usuário o planejamento de onde pegar a bicicleta, uma vez que ele passa a ter mais informações em tempo real sobre a situação do sistema. Além disso, esta funcionalidade tem efeito benéfico para o operador, que pode coordenar melhor a distribuição das bicicletas nas estações e pode-se avaliar a opção de redistribuição das bicicletas conforme a demanda por bicicletas ou espaços para devolução.

7.1.2 Forma de retirada da bicicleta e cadastro simplificado

Na retirada da bicicleta do ponto de compartilhamento, algumas características são essenciais: praticidade de retirada, segurança para o usuário e segurança para o operador.

Acredita-se que a retirada deve ser feita de forma rápida e simplificada, para que o usuário ganhe tempo e possíveis dificuldades na retirada não desestimulem o uso do sistema de compartilhamento. Além disso, é ideal que o usuário tenha a possibilidade de não se expor, como, por exemplo, sendo possível que ele faça a retirada sem a necessidade de celular ou cartão de crédito.

Outro ponto passível de análise é a segurança do operador. Apesar de se buscar uma forma rápida e fácil de retirada, para que ela seja de fato eficiente é também necessário que se avalie como este processo garantiria a devolução das bicicletas ao fim do uso.

O sistema de travamento nas estações pode ser constituído por espaços de travamento, onde cada espaço pode acoplar uma bicicleta. O outro modelo de travamento é o de áreas de estacionamento de bicicletas, em que as bicicletas são guardadas juntas, em espaço seguro, e a retirada é feita por catracas ou manualmente. Este modelo é melhor para estações de maior porte, com mais de 50 bicicletas, mas não sendo o caso do nosso estudo, de forma que espaços de travamento são mais recomendáveis por permitirem melhor fusão com o ambiente urbano (ITDP, 2010).

Foram, então, definidas duas formas de retirada: em um terminal na estação ou através do aplicativo, de forma direta.

No caso de retirada através do terminal, haveria duas possibilidades: usuários com cadastro prévio ou não. O cadastro seria feito através do aplicativo, pelo número USP, para professores, alunos e funcionários, ou por cartão de crédito, para os demais usuários. Isto permitiria ter acesso às informações dos usuários, garantindo a segurança do sistema e devolução da bicicleta.

Para retirada da bicicleta, o usuário cadastrado se dirigiria ao terminal, onde um painel permitiria que ele inserisse os dados cadastrais (número USP ou número de acesso, no caso de usuários externos, e senha), escolhesse a bicicleta desejada e a retirasse. Se o usuário ainda não tiver feito o cadastro, ele poderia também fazê-lo através do terminal, com inserção do cartão de crédito no terminal, informação dos dados necessários e retirada.

Para retirada através do aplicativo, foram pensadas em algumas possibilidades: uso de beacon, de NFC, ou de código QR (tecnologias melhor detalhadas ao fim do capítulo). No primeiro caso, o usuário poderia acessar o sistema mesmo a certa distância da estação, de forma a agilizar o processo de retirada. Assim, ele iniciaria o processo de escolha da bicicleta e, ao chegar a uma distância menor, o transmissor da bicicleta seria ativado, e ocorreria o destravamento.

Ao optar por NFC ou código QR, passa a ser necessário que o usuário já esteja na estação. O receptor se encontraria no próprio espaço de travamento. O usuário deveria, então, fotografar o código QR, ou aproximar o celular do NFC, ocorrendo, assim, o destravamento automático.

7.1.3 Outras informações para usuários – Informe calórico, quilometragem percorrida, ganhos ambientais e aviso de estação próxima

Pensando em prover informações que seriam úteis e de interesse do usuário, o aplicativo contabilizaria as calorias perdidas no deslocamento realizado, o total de quilômetros rodados, e uma estimativa da redução de emissões de dióxido de carbono pelo uso preferencial da bicicleta frente a outros meios de transporte, por exemplo, o automóvel. Além disso, o aplicativo emitiria alertas a respeito do tempo disponível para devolução da bicicleta.

Pelo próprio reconhecimento da rota do usuário, seria possível fornecer a informação do total de quilômetros rodados. Esta informação seria a base do cálculo das outras. As calorias que

foram gastas poderiam ser calculadas com a obtenção da velocidade média do usuário e o tempo de atividade realizada por ele. Para o cálculo de redução de carbono, bastaria saber a quilometragem que o usuário percorreu e o tanto que um carro médio emite por quilômetro rodado, e, pela proporcionalidade, seria possível calcular o quanto o usuário deixou de emitir de carbono ao optar pela bicicleta ao invés do carro. Todas essas informações seriam disponibilizadas para o usuário no final de deslocamento e ficariam também disponíveis em seu perfil com o valor acumulado de todas as viagens já realizadas por ele.

Estas informações não seriam completamente precisas, uma vez que são obtidas por cálculos simplificados e alguns pontos não são considerados (por exemplo, no cálculo de calorias, não se considera a declividade do terreno, que pode afetar bastante). No entanto, elas fornecem alguns posicionamentos gerais sobre esses tópicos e poderiam ser um atrativo adicional para estimular o uso do aplicativo.

Já o alerta de tempo disponível poderá auxiliar o usuário a tomar a decisão de continuar pedalando além do tempo determinado, ou de se direcionar para a estação mais próxima e fazer a devolução no tempo estabelecido, garantindo que ele não sofra nenhum tipo de penalidade. Um adicional da funcionalidade seria que quando o alarme fosse disparado, ele também indicaria para o usuário qual seria a estação mais perto dele com vaga para a devolução, podendo esse então se direcionar para a estação recomendada. Esse alerta funcionaria conforme definição do usuário em seu perfil, podendo ele escolher o tempo em que desejaria ser alertado, ou podendo escolher não receber alertas.

7.1.4 Conexão com redes sociais e ranking de usuários

Para incentivar a utilização do sistema de bicicletas compartilhadas e do aplicativo, propõe-se também a criação de um sistema de *ranking* entre os usuários, baseado na quantidade de vezes que ele utiliza o sistema e na quantidade de quilômetros percorridos.

Tratar-se-ia de um sistema de pontuação, sendo que a cada vez que o usuário utilizasse o sistema de compartilhamento de bicicletas, ele ganharia uma quantidade de pontos, e quanto maior a distância percorrida, maior seria essa quantidade. A cada cem pontos, ele mudaria para um novo nível. Este ranking funcionaria como uma rede social, onde os usuários poderiam ver as

pontuações uns dos outros, de forma a gerar certo nível de competição saudável e estimular a utilização do sistema.

Estes dados seriam exibidos em uma aba do aplicativo com funções de rede social. Nesta aba, também seria feito um ranking entre as faculdades do campus, com a soma das pontuações dos usuários cadastrados em cada uma (alunos, funcionários e professores), e seriam exibidas estatísticas do sistema (porcentagem de homens e mulheres, quantas pessoas avaliaram a viagem, quantas pessoas informaram o destino final, entre outras). Haveria ainda um *feed* de notícias, onde seriam exibidas informações a respeito de usuários amigos conectados (amigos que começaram a utilizar o sistema, informações sobre percursos percorridos).

Além disso, o aplicativo possibilitaria a postagem dos resultados em redes sociais, como Facebook e Twitter, em tempo real. Isto, além de também incentivar a competição entre usuários, ainda serviria para divulgação do sistema e do aplicativo, atingindo pessoas que ainda não são usuárias.

Um desafio para a implantação desta função é a necessidade de colaboração do usuário. O ranking só faria sentido se realmente os usuários participassem, promovendo o aplicativo. Por conta disso, alguns fatores são importantes: o aplicativo deve ser atraente visualmente, a postagem deve ser prática, o método utilizado para mostrar as mudanças de níveis deve ser interessante. Desta forma, o usuário se sente estimulado a utilizar o aplicativo e a divulgar o ranking.

7.1.5 Aviso de problemas

Uma função do aplicativo seria a possibilidade de o usuário notificar o sistema quando notar algum problema técnico na bicicleta (por exemplo, correia solta, problema com o freio, má conservação da bicicleta), nas estações de origem e destino e no próprio aplicativo.

Na hora da devolução, o aplicativo exibiria uma espécie de questionário perguntando se houve algum problema técnico durante a viagem. Problemas mais usuais seriam listados, e haveria ainda um campo de “Outros”, caso o usuário tenha tido algum problema não relacionado na lista. Este questionário permaneceria no histórico do usuário, no caso de ele preferir responder em um outro momento.

Esta função é de extrema importância para o operador, pois auxilia diretamente na gestão e manutenção do sistema. Não apenas pode se identificar as bicicletas e estações com problemas e, portanto, providenciar os consertos adequados, como ainda poderia ser possível identificar usuários que não estejam utilizando o sistema de forma adequada, caso seja necessário fazer este tipo de investigação por parte do operador.

Esta função também depende da colaboração do usuário, uma vez que é ele que fornece os dados ao sistema. Por isso, é importante que a função seja simples, de forma que ele não tenha que perder muito tempo para o preenchimento e não acabe simplesmente ignorando o questionário.

Além disso, é importante que haja uma resposta para os problemas reportados, para que o usuário mantenha a confiança no aplicativo e não pense que a sua participação tenha sido meramente teórica, não fazendo diferença alguma, além do fato de a manutenção contínua ser necessária para a própria eficiência do sistema.

7.1.6 Escolha de rotas e informações sobre o trajeto

Uma importante funcionalidade proposta para integrar o aplicativo será o de informar os possíveis trajetos que o usuário pode fazer do ponto de origem ao ponto de destino.

Para isto, o usuário deve informar, no momento em que pegar a bicicleta, para onde ele deseja se dirigir. Com isto, o aplicativo calculará todas as possíveis rotas que ele poderia percorrer, informando as melhores opções, a extensão do percurso, em quilômetros e uma estimativa do tempo utilizado, que seria obtido com base na velocidade média padrão para bicicletas. Além disso, o usuário poderia visualizar a altimetria do percurso, podendo conhecer quais são os caminhos mais planos.

Dentro desta funcionalidade, ainda, seriam informados possíveis problemas nos trajetos, como falta de iluminação ou problemas na via. Neste aspecto, o sistema seria colaborativo, uma vez que o usuário poderia informar, através do aplicativo, algum problema que ele tenha visto, a ser exibido para os outros usuários, como ocorre no aplicativo de navegação de trânsito “Waze”, por exemplo.

Esta funcionalidade, além de auxiliar na orientação do usuário, seria também bastante útil para o operador, que poderia usar os dados obtidos para conhecer os caminhos mais frequentados e os problemas de infraestrutura, tendo, assim, uma ferramenta informativa muito importante para a gestão do campus.

É importante ressaltar que esta função deve ser constantemente atualizada pelo operador, de forma que os mapas sejam sempre coerentes com a real situação, para que o usuário possa confiar no aplicativo. Além disso, é importante também que sejam tomadas providências quanto a problemas reportados, da mesma forma que na função de reporte de problemas técnicos com bicicletas.

7.1.7 Pontos de interesse

Outra função do aplicativo será a exibição de pontos de interesse no mapa, como os nomes das faculdades, localização dos restaurantes e bibliotecas, por exemplo. O aplicativo também teria um mecanismo de busca, onde o usuário inseriria o nome ou endereço do lugar que ele deseja localizar. Seria possível, ainda, marcar como “favoritos” os lugares de interesse do usuário, e haveria um histórico das últimas buscas.

Apesar de já existirem aplicativos próprios para este tipo de função, como o próprio “*Google Maps*”, a integração desta função no aplicativo otimizaria a identificação desses pontos pelo usuário da bicicleta compartilhada. Esta função também exige a constante atualização dos mapas e informações fornecidas para se garantir a confiabilidade do aplicativo.

7.2 Conceituação das tecnologias envolvidas

Para o sensoriamento das bicicletas e ativação de diversas funções do aplicativo, reconheceu-se a aplicabilidade das seguintes opções em tecnologia: beacons, GPS, NFC, e código QR. Estas tecnologias serão detalhadas nesta seção.

É importante ressaltar a necessidade de uma pesquisa mais profunda a respeito do funcionamento e viabilidade técnica do uso das tecnologias, caso sejam implantadas. Foram ideias iniciais que poderiam inovar bastante no sistema de compartilhamento de bicicletas. No

entanto, esta pesquisa fugiria do escopo do presente trabalho, cujo foco é a proposição de soluções inteligentes que tragam melhorias a um serviço urbano. Assim, a programação do sistema e a tecnologia da informação ainda carecerão de desenvolvimento para a implantação do sistema.

7.2.1 Beacon

Beacons são pequenos transmissores sem fio, operados por bateria, de baixo custo. São conectados através de BLE (do inglês *Bluetooth Low Energy*), enviando um sinal de presença a cada segundo, aproximadamente. Aplicativos habilitados com beacons são notificados quando o dispositivo se aproxima de um beacon, e a funcionalidade do aplicativo é ativada pelo transmissor (CAVALLINI, 2015).

Um exemplo dentro do contexto deste trabalho seria o destravamento das bicicletas. Um transmissor beacon seria acoplado ao ponto de travamento e quando o celular com o aplicativo se aproximasse, a função “destravar” seria ativada. Também se cogitou utilizar a tecnologia para o sensoriamento das bicicletas. Neste caso, haveria a necessidade de implantação de receptores nos postes da Cidade Universitária, que receberiam os sinais de transmissores instalados nas bicicletas e retransmitiriam os sinais à rede, por cabeamento. Com isso, ter-se-ia a localização da bicicleta. Seu custo estimado é de 15 dólares por transmissor (CAVALLINI, 2015), mostrando grande vantagem para aplicação em projetos como o deste trabalho, onde se tem grande escala e orçamentos reduzidos. A figura a seguir ilustra a aparência de um dispositivo Beacon.



Figura 42 – Exemplo de sensor Beacon
Fonte: RECKONER, 2014²².

²² Disponível em: < <http://reckoner.com.au/2014/05/art-processors/>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

As principais vantagens deste tipo de tecnologia são a precisão geográfica (chamada de “microlocalização”, por permitir a localização em áreas internas, diferentemente da tecnologia GPS – *Global Positioning System* – apresentada no próximo item), a não necessidade de internet (a comunicação entre o transmissor e o aplicativo é feita por BLE) e o baixo consumo de energia. Além disso, transmissores Beacon possuem custo bastante baixo.

7.2.2 GPS

A tecnologia GPS (*Global Positioning System* – sistema de posicionamento global) funciona com base num sistema de posicionamento por satélites, que enviam a um receptor móvel a sua localização, além de ainda informar velocidade, altitude em relação ao mar e sentido da rota.

Por ser uma tecnologia amplamente difundida, sua implantação poderia ser recomendada no sistema de compartilhamento de bicicletas. Muitas das funções do aplicativo desenvolvido implicam na necessidade de localização geográfica, e, portanto, a solução mais trivial seria o uso do sistema GPS.

Por outro lado, a implantação de rastreadores GPS em todas as bicicletas representaria um custo adicional impactante. No entanto, tendo em vista os benefícios funcionais que isto traria, além de representar segurança para o sistema com a proteção das bicicletas, em longo prazo, este seria um investimento com bom retorno. Além disso, praticamente todos os dispositivos móveis nos quais o aplicativo seria instalado, como celulares e tablets, já possuem este tipo de tecnologia.

7.2.3 NFC

A tecnologia NFC (do inglês *Near Field Communication* – comunicação de campo próximo) é uma tecnologia de comunicação sem fio que permite a comunicação entre dois dispositivos pela aproximação entre eles. Com isso, diversas funcionalidades poderiam ser ativadas com a mera aproximação.

Atualmente, esta tecnologia já é explorada em algumas aplicações, como identificação (uso em crachás), compras (no Japão, pode-se comprar passagens de metrô aproximando o celular da catraca) e publicidade (ALECRIM, 2012). No contexto do sistema de compartilhamento de bicicletas, pensou-se em utilizar a tecnologia para destravamento das bicicletas na estação.

A Figura 43 ilustra o aspecto de uma “NFC Tag”, sensor capaz de detectar proximidade através de radiofrequência (TRIGGS, 2013) entre dispositivos separados por até 10 centímetros.

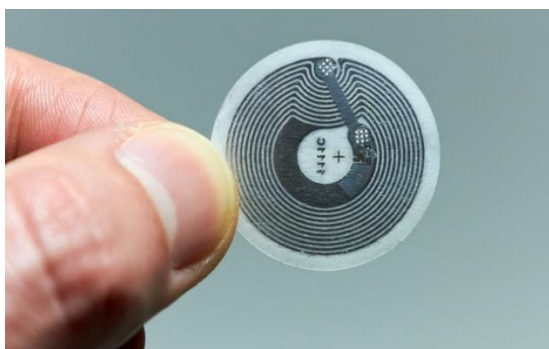


Figura 43 – Exemplo de sensor NFC
Fonte: TRIGGS, 2013.

Um aspecto negativo, no entanto, desta tecnologia, é que ela ainda não se encontra em todos os tipos de dispositivos. Dispositivos da Apple, por exemplo, não possuem NFC, o que reduziria a parcela da população que se beneficiaria de funcionalidades com base nesta tecnologia. Além disso, alguns aspectos relacionados à segurança desta tecnologia ainda devem ser discutidos, pois há a necessidade de dispositivos de segurança, como criptografia, para se garantir a proteção dos dados do usuário.

7.2.4 Código QR

Códigos QR são códigos de barra de duas dimensões que podem ser lidos por dispositivos móveis, ativando, assim, funcionalidades. A leitura destes códigos é feita pelo escaneamento do código (com a câmera do celular ou tablet, por exemplo), e este código é convertido em dados, na forma de texto.

Esta tecnologia poderia ser utilizada no destravamento das bicicletas, de forma que o usuário fotografasse o código inserido na bicicleta e, através do aplicativo, ocorreria o destravamento.

A principal vantagem desta tecnologia é a facilidade com que ela pode ser aplicada, sem necessidade de dispositivos específicos. No entanto, também há problemas com a segurança deste tipo de tecnologia, uma vez que um agente externo poderia colocar um código falso na bicicleta, implicando em falhas na proteção do usuário.

Além disso, o destravamento só seria feito uma vez que o usuário já estivesse perto o suficiente da bicicleta para fotografá-la, sendo menos prático que o beacon, por exemplo.

8. CAPÍTULO VIII – Anteprojeto da solução prática

Visando concretizar e integrar as funções detalhadas no capítulo anterior em um protótipo, o grupo passou a desenvolver uma versão inicial do aplicativo de compartilhamento de bicicletas para a CUASO, utilizando conhecimentos e ferramentas de design gráfico e programação computacional.

O design e *layout* foram desenvolvidos utilizando o *software* “Adobe Illustrator” na versão CS5.1 e a programação foi feita através da plataforma “Android Studio”, disponibilizando o aplicativo para versões Android 5.0 e acima. De forma a haver uma padronização frente aos aplicativos existentes no mercado em termos de comunicação gráfico-visual, gráfico-verbal e interação com o usuário, utilizou-se do “*Material Design*” (disponível em GOOGLE, 2015), material elaborado para orientar desenvolvedores de aplicativos em plataforma Android sobre noções de estilo, componentes, padrões e funções disponíveis. Além disto, procurou-se seguir os padrões semelhantes às cores do logo da USP, conforme ilustrado na figura a seguir, tendo-se então o cuidado de se criar uma identidade visual direta com a Universidade.



Figura 44 – Logo USP de referência para identidade visual
Fonte: USP, 2015²³.

Devido às diversas interfaces, ideias e opções presentes no aplicativo proposto, elaborou-se o seguinte fluxograma (ver Figura 45) para ilustrar a estrutura lógica de suas principais seções e variáveis. O detalhamento de cada interface e das funções presentes no aplicativo serão explicados nos itens seguintes deste relatório

²³ Disponível em: <<http://www5.usp.br/>>. Acesso em: 30 out. 2015.

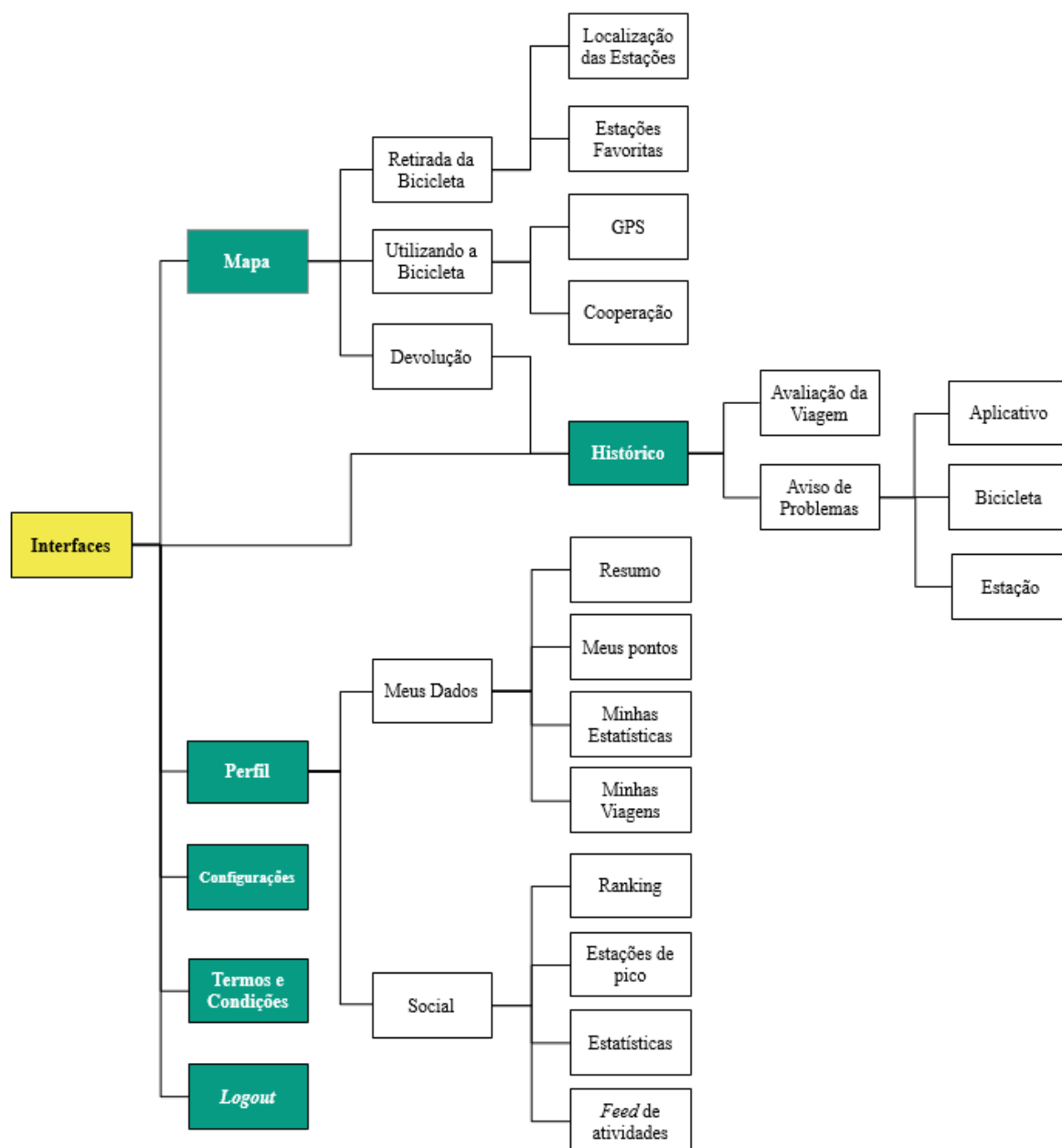


Figura 45 – Principais interfaces e seções do CICLUSP
 Fonte: Elaboração própria.

8.1 Interfaces do aplicativo

8.1.1 Nome e Ícone

Os primeiros elementos a serem definidos para o aplicativo foram seu nome e ícone. Para o nome, procurou-se incluir referências à sua funcionalidade, que é a utilização da bicicleta para deslocamentos no campus, e à própria Universidade de São Paulo. Ao mesmo tempo, é

importante definir um nome que soe familiar, sem dificuldades de se entender, e que seja fácil de ser lembrado. Com isto, o nome definido para o aplicativo é “CICLUSP”.

Para o ícone, sendo a primeira interação do usuário com o aplicativo, dedicou-se maior tempo para sua idealização. O sucesso do ícone de um aplicativo pode fazer a diferença entre o incentivo de ser baixado pelos usuários ou ser completamente ignorado (OTTE, 2013). Assim, procurou-se definir de maneira clara, através de suas formas e cores, o objetivo do aplicativo, que é o apoio ao compartilhamento de bicicletas no campus da USP. A Figura 46 ilustra a evolução que o *layout* do ícone passou durante a elaboração deste trabalho, sendo aquele mais à direita escolhido como a opção final.

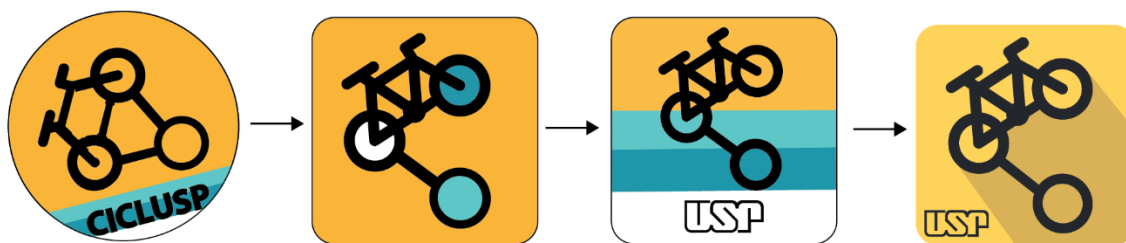


Figura 46 – Evolução do *layout* do ícone do aplicativo CICLUSP
Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, utilizaram-se as cores originais do logo da USP, porém, no modelo final optou-se por menos cores, dando um visual mais limpo e claro da informação; a cor laranja sofreu uma mudança no tom para adequar à paleta de cores recomendada pelo “*Material Design*”. O elemento central do ícone foi formado através da junção de dois ícones, conforme ilustra a Figura 47: o de compartilhamento, muito recorrente em redes sociais e canais de notícias (à esquerda), e a própria bicicleta (centro).



Figura 47 – Formação do elemento central do ícone do CICLUSP
Fonte: Elaboração própria.

8.1.2 *Login*

Ao abrir o aplicativo, o usuário irá encontrar a Figura 48 (b), que é a interface principal de *login* do aplicativo. Caso seja a primeira vez que o utiliza, clica-se na opção “criar uma conta”; caso

já tenha utilizado anteriormente, o usuário poderá fazer o *login* utilizando seu número USP ou e-mail e sua senha. Há ainda a opção “Lembrar meus dados”, onde o usuário permite que, todas as vezes que abrir o aplicativo, seja efetuado *login* direto em sua conta cadastrada.



Figura 48 – Interfaces de *login*
Fonte: Elaboração própria.

Para a criação de conta, o usuário é direcionado para a Figura 48 (c), onde há o questionamento se este é aluno da USP ou não. Esta pergunta é necessária para separar os dois tipos de usuários do aplicativo: alunos/funcionários da Universidade e demais Visitantes. Ao afirmar que “SIM”, o cadastramento é feito com base no número USP do usuário, de forma a utilizar o banco de dados já existente da Universidade. Caso selecione “NÃO”, torna-se necessário o cadastramento de um e-mail para viabilizar a comunicação entre as partes (usuário e operadora do sistema) e um cartão de crédito.

A necessidade de um cartão de crédito para visitantes é uma forma de garantir que, caso ocorram danos expressivos ou o furto de uma bicicleta em posse de um determinado usuário, haja uma forma para a empresa responsável pela infraestrutura ser ressarcida. Caso ocorram as mesmas situações e o usuário seja aluno ou funcionário da USP, pelo fato de haver contato mais direto e confiança frente aos dados do usuário, pode-se optar por enviar alertas, boletos para pagamento ou até mesmo afetar o vínculo com a Universidade. Assim, neste último caso, evita-se que seja necessário o cadastro com cartão de crédito, que poderia ser uma barreira para alguns dos alunos não utilizarem o sistema.

Contudo, por se tratar de uma questão jurídica e financeira, as decisões quanto às formas de controle do uso e os dados necessários para cadastro ficam à decisão da empresa responsável pelo gerenciamento do sistema.

8.1.3 Aba lateral

Uma das principais características de aplicativos de celular é a presença de uma aba lateral de acesso rápido às suas principais interfaces. A aba é mostrada todas as vezes que o usuário clicar sobre o ícone ilustrado na Figura 49 (à esquerda), que é fixo ao menu principal presente em todas as interfaces do aplicativo.



Figura 49 – Interfaces da aba lateral
Fonte: Elaboração própria.

Para o projeto em questão, haverá 3 interfaces principais de interação com o usuário: “Mapa”, “Perfil” e “Histórico”. “Mapa” é a principal interface do CICLUSP, pois é através desta que se tem acesso à localização das estações, à disponibilidade de bicicletas e vagas, onde se faz a solicitação de retirada da bicicleta e o acompanhamento da viagem. Em “Perfil”, o usuário pode acompanhar sua evolução de cooperação, interação e utilização do aplicativo, contando com resumos de suas viagens, de outros usuários, entre outras informações. “Histórico” é a interface em que o usuário coopera com o sistema ao avaliar suas viagens.

As três interfaces citadas serão detalhadas nos subitens seguintes deste relatório.

Além do citado, a aba lateral dá acesso às configurações de conta e do aplicativo, aos termos e condições entre usuário e gerenciadora do sistema e ao “Sair”, que é o onde o usuário faz o *logout* de sua conta.

8.1.4 Mapa – Seleção da estação de origem

Após o *login*, a interface inicial ao abrir o aplicativo é a “Mapa”. A Figura 50, imagem à esquerda, ilustra o mapa da CUASO na região da Escola Politécnica com a localização das estações indicadas através de marcados do tipo “pin”. O preenchimento de cada “pin” indica a situação da disponibilidade de bicicletas na estação, de forma que quanto mais preenchido este, maior é a disponibilidade. Além disto, conforme ilustra a imagem à direita, quando a estação estiver em modo *off-line*, ou seja, fora de operação, seu marcador muda para a cor cinza, indicando que não é possível retirar ou devolver uma bicicleta nesta estação. Nesta tela, o usuário também tem disponível o horário da última atualização da situação das estações, conforme indicado em “MAPA (11:53)”. Para atualizar para um horário mais recente, basta o usuário clicar no ícone logo à esquerda da lupa na aba superior.



Figura 50 – Localização georreferenciada das estações (esquerda) e estação em modo *off-line* (direita)
Fonte: Elaboração própria.

De forma a prover mais informações para o usuário conseguir se localizar e tomar a decisão da melhor estação de origem e destino e o caminho a ser percorrido, algumas opções estão disponíveis como camadas do mapa. Conforme ilustra a Figura 51 (a), as opções de camada são acessadas através do ícone no canto direito da aba superior. A opção “Altimetria” classifica através de cores (verde – fácil, amarelo – médio e vermelho – difícil) as dificuldades em termos de elevação das vias do campus (ver Figura 51 (c)). A camada “Ciclovias e ciclofaixa” identifica no mapa o sistema ciclovitário presente no campus, servindo de orientação para os melhores caminhos segundo as vias isoladas e compartilhadas dos veículos automotores. A camada “Satélite” transforma a vista do mapa em imagens de satélites, visto que alguns usuários preferem se referenciar através destas (ver Figura 51 (b)). A opção “Configurações” serve como um atalho para as configurações do aplicativo já mencionadas no item anterior deste relatório, onde o usuário pode adequá-las a algumas de suas preferências.

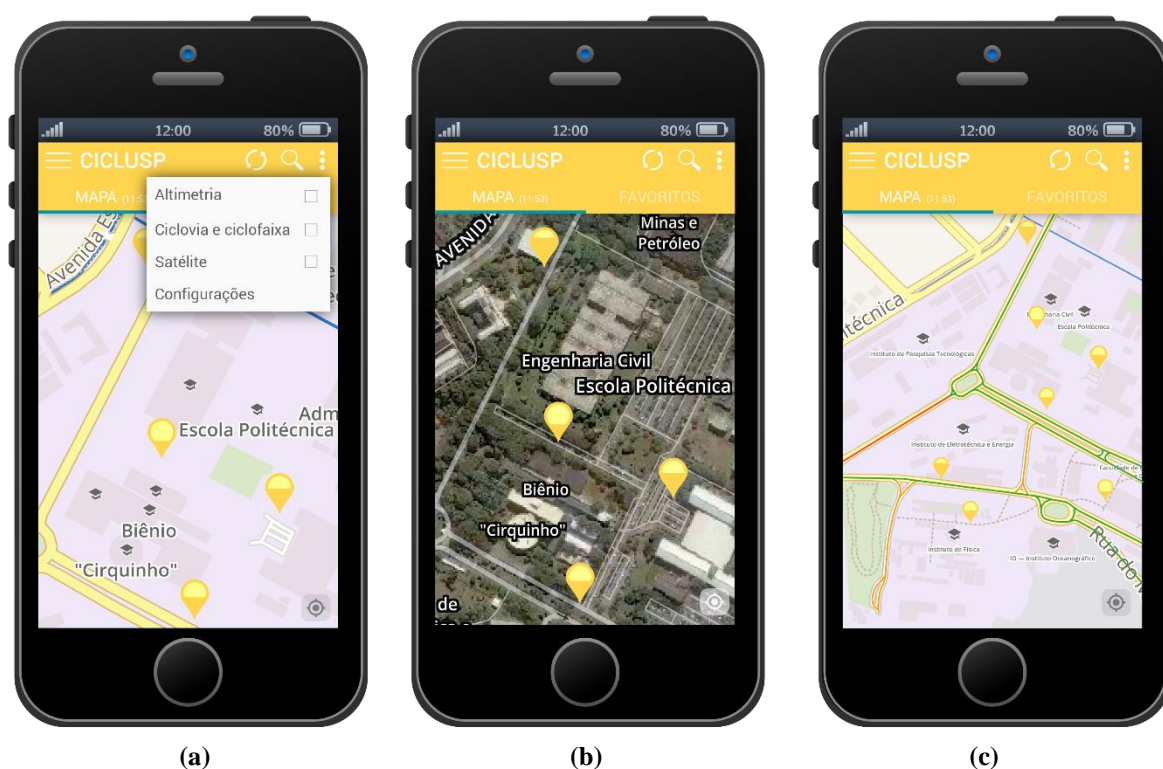


Figura 51 – Opções de visualização em “Mapa”: satélite (centro) e altimetria (direita)
Fonte: Elaboração própria.

Para localizar a estação de origem, o usuário pode tanto ligar o GPS de seu celular através do ícone presente no mapa para conseguir sua localização georreferenciada; pode também aumentar o zoom no mapa até encontrar aquela que procura; ou pode utilizar a função pesquisar no ícone da lupa (aba superior), bastando digitar o nome da estação ou da Unidade mais perto do ponto de interesse.

Ao selecionar a estação de origem, seu “pin” muda para a cor vermelha e é centralizado na região do mapa, conforme ilustra a Figura 52 (a). Além disto, uma aba inferior com um resumo da situação da estação selecionada fica disponível para o usuário. Algumas das informações da aba são o nome da estação, sua localização (endereço), o número de vagas e bicicletas disponíveis e o tempo estimado que a próxima bicicleta chegará à estação. O tempo é estimado através dos sensores GPS instalados nos pedais das bicicletas, conforme mencionado no Capítulo VII, e o destino final dos outros usuários é informada através de cooperação, que será detalhada mais à frente neste relatório. Ainda nesta aba, o usuário pode identificar se há problemas com a estação ou alguma das bicicletas clicando no ícone com sinal de exclamação no canto inferior à direita, que gera a janela *pop-up* com os detalhes dos problemas existentes, conforme ilustrado na Figura 52 (b). Os problemas são detectados através da cooperação dos próprios usuários após devolverem a bicicleta na estação de destino através da interface “Histórico”, que será mais detalhada nos itens seguintes deste relatório.



Figura 52 – Interface de seleção da estação de origem
Fonte: Elaboração própria.

Através do ícone em formato de estrela, disponibilizado no canto direito da aba inferior, o usuário consegue “favoritar” a estação selecionada. Isto faz com que seus detalhes estejam sempre disponíveis no menu “Favoritos” (Figura 53), que pode ser visualizado ao deslizar sobre a tela do celular para a esquerda. Com isto, o usuário possui outra opção para encontrar a estação

de origem e sua respectiva situação, facilitando a tomada de decisão sobre a qual estação se direcionar para retirar uma bicicleta.

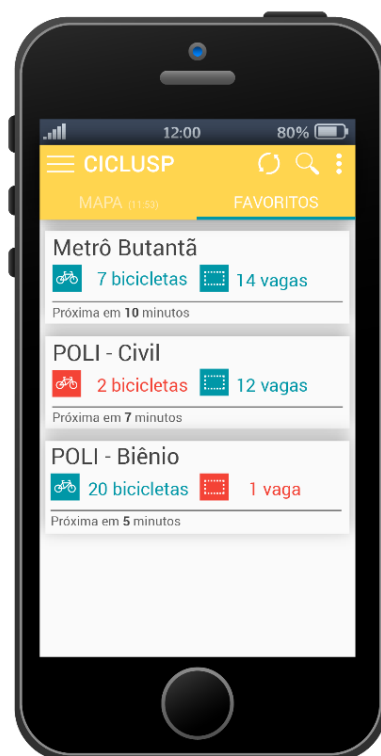


Figura 53 – Aba Favoritos da interface “Mapa”
Fonte: Elaboração própria.

8.1.5 Mapa – Retirada da bicicleta

O sistema para a retirada da bicicleta na estação utilizando o aplicativo é um dos principais diferenciais deste projeto. A partir da opinião de usuários de aplicativos existentes para compartilhamento de bicicleta na cidade de São Paulo (ver anexo B), constatou-se que a quantidade de etapas e o tempo necessário para retirar a bicicleta nas estações são pontos que fazem o aluguel não ser prático, motivo pelo qual muitos usuários deixam de utilizar o sistema. Em trabalhos de campo, constatou-se que as etapas de *login*, seleção e destravamento da bicicleta em sistemas atuais levam em torno de 2 minutos. Com isto, a operação complicada acaba deixando o usuário vulnerável à ocorrências furto de seu celular, pois precisa de muito tempo para conseguir realizar a retirada com o uso deste equipamento.

Neste sentido, o grupo trabalhou para tornar a operação de retirada mais simples e prática possível. Propõe-se a instalação de sensores do tipo “beacon”, mencionados no capítulo

anterior, nas estações de aluguel propostas. Com isto, a identificação do usuário seria feita diretamente através de comunicação via *bluetooth* entre seu celular e a estação.

Primeiramente, ainda longe da estação de origem desejada, o usuário pode selecioná-la no mapa assim como relatado nos itens anteriores deste relatório, chegando até a etapa ilustrada na Figura 52 (a). Tendo a estação selecionada, ao clicar sobre o botão com ícone de cadeado aberto, o usuário relata ao sistema seu interesse em retirar uma bicicleta na estação. Após, conforme mostra a Figura 54 (a), uma janela de diálogo questiona se o usuário gostaria de informar sua estação de destino. Caso selecione “SIM”, a tela em Figura 54 (b) aparece e o usuário seleciona em uma lista de todas com as estações disponíveis e suas respectivas situações (quantidade de vagas e bicicletas) aquela que será seu destino; caso selecione “NÃO”, o usuário estará apenas informando interesse em retirada, mas não coopera com o sistema. É nesta etapa que o sistema de gerenciamento consegue identificar, através do destino informado pelo usuário e pelo GPS da bicicleta, o tempo estimado para a disponibilidade de bicicletas nas estações, informado na parte inferior da aba de informações de cada estação. Desta forma, como a cooperação do usuário é essencial, o restante das funcionalidades do aplicativo foi pensado de forma que os usuários que mais cooperam também são os mais beneficiados, conforme se verá ao longo da explicação das funcionalidades do aplicativo.



Figura 54 – Cooperação e seleção da estação de destino
Fonte: Elaboração própria.

Após as etapas (a) e (b) da Figura 54, o usuário tem o *bluetooth* do seu celular ativado. Durante sua primeira utilização, o aplicativo fará o pedido de autorização da ativação através das configurações do próprio celular (mesmo vale para o GPS), mas, após esta primeira vez, o *bluetooth* será automaticamente ativado pelo próprio CICLUSP.

Tendo realizado este procedimento (ainda longe da estação), com o celular no bolso ou em mãos, à medida que o usuário se aproximar da estação (mínimo de 20 metros do sensor “beacon”), uma notificação irá informá-lo que a estação foi identificada. Ao seguir esta notificação, o usuário é direcionado à interface final ilustrada na Figura 55, onde há uma lista das bicicletas disponíveis para aluguel. O usuário pode verificar aquela que mais o agrada, selecioná-la na lista e, clicando em “DESTRAVAR”, a bicicleta selecionada é destravada, pronta para ser utilizada.



(a)



(b)

Figura 55 – Notificação e comunicação via *bluetooth* para retirada da bicicleta
Fonte: Elaboração própria.

Com isto, o sistema de retirada permite selecionar a estação e a bicicleta em um local onde o usuário se sinta confortável em utilizar o celular. À medida em que se aproxima da estação, a comunicação via *bluetooth* viabiliza que a retirada seja rápida, prática e personalizada, onde o usuário pode escolher a bicicleta que lhe mais agrada.

Vale lembrar que, caso o usuário não possua celular ou que esteja sem bateria e deseje utilizar o sistema de compartilhamento, propõe-se que as estações possuam um sistema simples de teclado e visor, onde este possa informar suas informações de *login* e escolher a bicicleta de preferência. Este tipo de estação já é utilizado no sistema “CicloSampa”, mencionado no capítulo VI, demonstrando viabilidade. Contudo, o usuário não contará com as funcionalidades que o aplicativo oferece.

8.1.6 Mapa - Utilizando a bicicleta

Após a retirada da bicicleta, o aplicativo encontra três tipos de usuários: aqueles que não cooperam em informar seu destino final, aqueles que informam o destino sem ativar o GPS de seu celular e aqueles que informam o destino e ativam seu GPS. Estas três interfaces são detalhadas a seguir.

8.1.6.1. Usuário que informa destino e não ativa GPS

Para aqueles usuários que cooperam com o sistema, ou seja, informam seu destino final, após retirarem a bicicleta há o aparecimento da tela ilustrada na Figura 56 (a), onde é possível visualizar uma rota definida a partir da origem e destino informados. Os trechos onde o usuário não está montado na bicicleta são indicados por linhas tracejadas, enquanto montado, em linhas contínuas. Além disto, nesta mesma tela, na aba inferior, há a estimativa da elevação em metros de subidas e descidas ao longo do trecho definido. Mais detalhes da altimetria podem ser visualizados na aba “Resumo” (ver Figura 56 (b)), que conta também com o tempo de uso da bicicleta desde sua retirada e o restante para a gratuidade finalizar. Nessa versão beta, utilizou-se como parâmetro de tempo de gratuidade os 60 minutos ofertados pelo sistema “Bike Sampa”, mencionado no capítulo VI deste relatório, porém, cabe à gerenciadora do futuro sistema decidir isto com base em seu plano de investimentos.

Caso o usuário deseje ser guiado até o destino final, é necessário ativar o GPS através do ícone presente na aba “Mapa” e, então, clicar no botão de navegação logo abaixo.



Figura 56 – Informa destino e não ativa GPS
Fonte: Elaboração própria.

Visando à solicitação dos usuários de aplicativos existentes em pesquisa realizada pelo grupo (ver anexo B), o CICLUSP notifica o usuário à medida em que o tempo de uso chega próximo ao limite de gratuidade. A notificação da Figura 57 será exibida (para os três tipos de usuários) quando o tempo restante atingir os 15 e 5 minutos, associada a uma vibração e aviso sonoro.

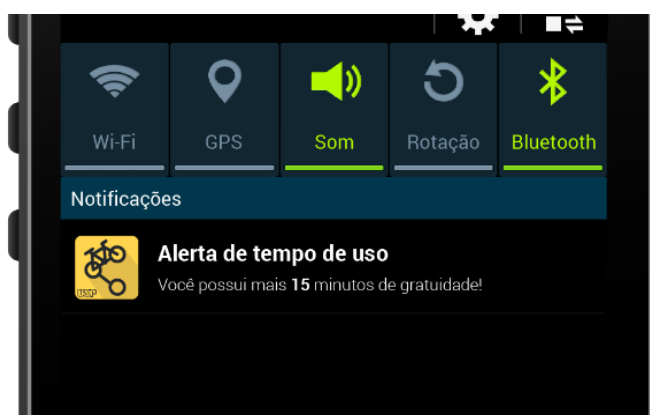


Figura 57 – Notificação de alerta de tempo de gratuidade restante
Fonte: Elaboração própria.

8.1.6.2. Usuário que informa destino e ativa GPS

Uma vez que o usuário deseja ser guiado ao seu destino final, tenha ativado o GPS de seu celular e clicado no ícone de navegação, o aplicativo passa para a interface de navegação guiada, assim

como funciona em aplicativos como “Google Maps” e “Waze”. A Figura 58 (a) mostra a localização do usuário (em amarelo), direção/ sentido a serem seguidos (em vermelho), o próximo passo da viagem (à esquerda logo abaixo do menu superior) e o tempo e quilometragem restante para chegar ao destino final. Há a opção também de o usuário solicitar informações de destino ou rota por comando de voz, através do botão com ícone de microfone na aba inferior desta tela.

Em (b), além das informações sem ativação do GPS mencionadas no item anterior, o usuário tem acesso a alguns detalhes de sua viagem, como quilometragem percorrida, calorias gastas e quantidade em massa de CO₂ não emitida quando se compara o seu deslocamento em bicicleta com veículos automotores.



Figura 58 – Informa destino e ativa GPS
Fonte: Elaboração própria.

8.1.6.3. Usuário que não informa destino

Para aqueles usuários que não informaram seu destino final ao relatarem interesse em retirar a bicicleta, as funções de navegação são limitadas. A Figura 59 (a) e (b) ilustra o aspecto durante

a navegação quando não há cooperação, de forma que não há informações de trechos recomendados e altimetria, somente do tempo de uso. Caso o usuário decida informar seu destino, isto pode ser feito através do botão de navegação em (a) e da seção presente em (b). Ao clicar nestes, a lista de estações para seleção do destino aparece conforme ilustrado em (c).

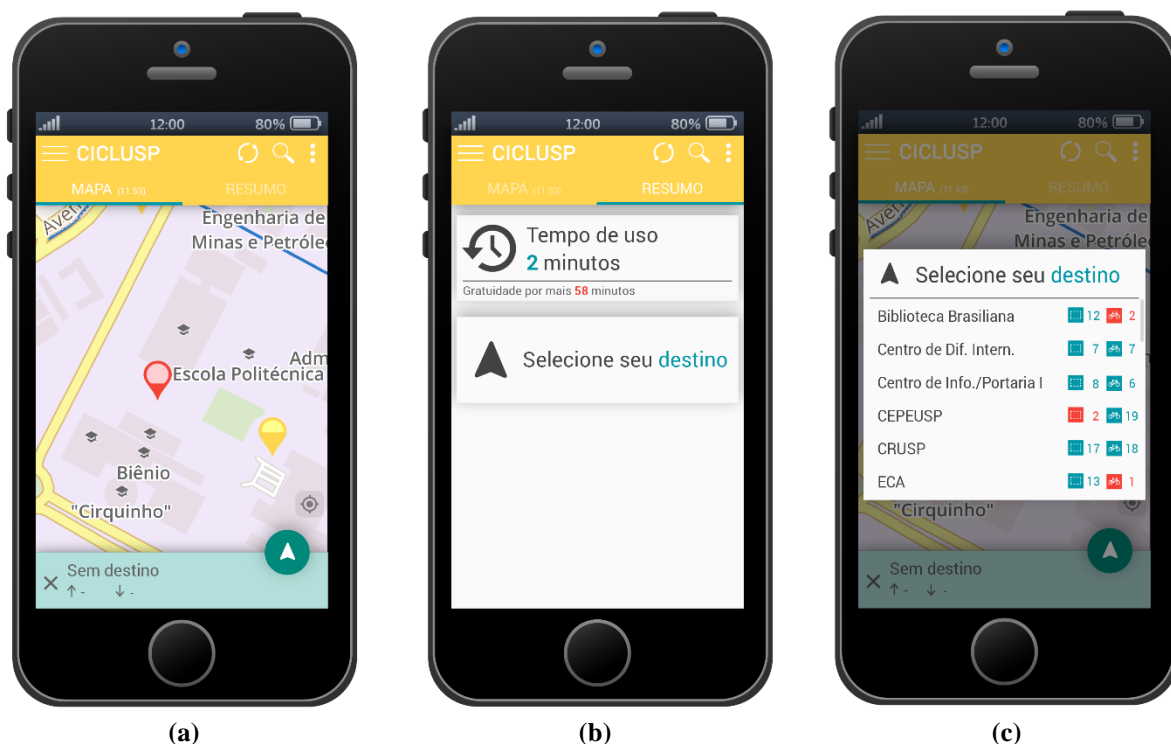


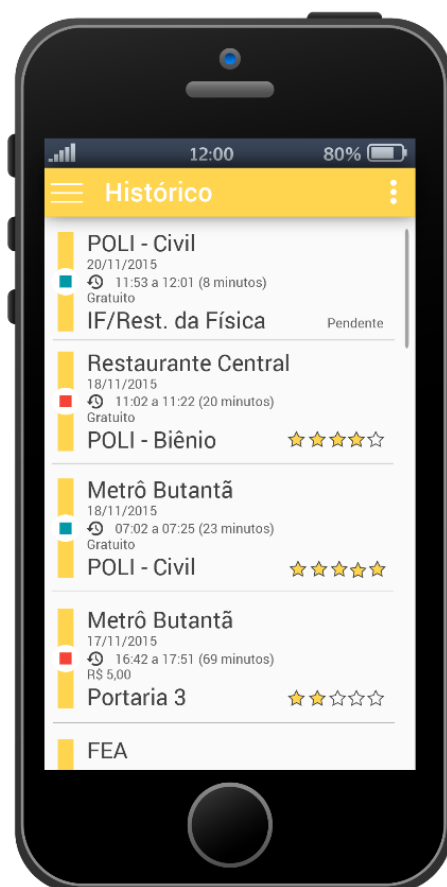
Figura 59 – Não Informa destino
 Fonte: Elaboração própria.

8.1.7 Histórico – Devolução da bicicleta

Após ser guiado pelo aplicativo até a estação de destino, o usuário encaixa a bicicleta na posição disponível. Com isto, finalizada a devolução, uma notificação é enviada ao celular deste, sugerindo que faça uma avaliação de sua viagem (ver Figura 60 (a)). Ao clicar na notificação, o aplicativo abre na tela ilustrada em (c), onde há um resumo da viagem, com origem, destino, duração, data e se houve cobrança; há espaço para o usuário comunicar problemas no aplicativo, na bicicleta ou nas estações de origem e destino; fazer comentários sobre assuntos que não estejam contemplados em “Problemas”; e, também, dar uma nota de 1 a 5 estrelas como uma avaliação geral da viagem. Ao salvar sua avaliação, o usuário é direcionado a (b), onde há o histórico de todas suas viagens, podendo verificar o aspecto geral da qualidade de suas experiências e quando estas ocorreram.



(a)



(b)



(c)

Figura 60 – Interface “Histórico”
Fonte: Elaboração própria.

Para avisar sobre dificuldades ocorridas durante sua viagem, ao clicar nas opções “Aplicativo”, “Bicicleta” ou “Estação”, o usuário é direcionado a uma página com os principais problemas de cada uma destas opções, conforme mostrado na figura a seguir. Desta forma, há uma maneira rápida e objetiva para a cooperação do usuário, assim como um dado de captação direta (diferentemente de comentários) pela empresa operadora do sistema.

Os principais problemas identificados e listados foram extraídos da pesquisa realizada já mencionada neste relatório e com resultados arquivados no anexo B. Esse material foi utilizado para compor a lista inicial de problemas identificados na estação e na bicicleta.

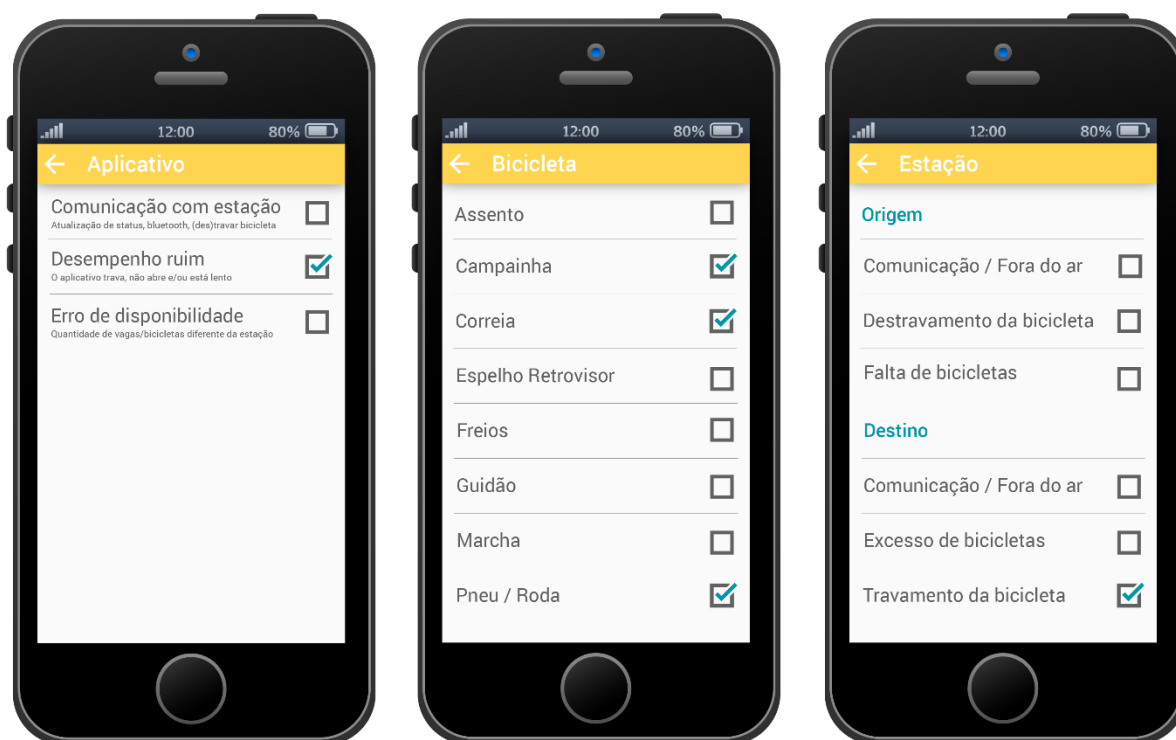


Figura 61 – Listagem de problemas frequentes para cooperação dos usuários
Fonte: Elaboração própria.

A principal função da interface “Histórico” é, para o usuário, conseguir acompanhar sua experiência em termos de qualidade com o sistema de uma forma clara e prática e, também, poder reportar problemas à gerenciadora do sistema, fazendo com que o sistema sofra contínua manutenção e, conseqüentemente, funcione de uma forma cada vez melhor. Para a empresa responsável pelo sistema, a cooperação do usuário é essencial para avaliarem a qualidade do serviço prestado e a satisfação de seus usuários, assim como facilita na coordenação de sua manutenção, pois conseguem identificar os principais problemas, como e onde atuar.

8.1.8 Perfil

Através dos dados coletados ao longo das viagens realizadas pelos usuários do CICLUSP e suas informações pessoais, forma-se a funcionalidade “Perfil”. Contando com as abas “Meus dados” e “Social”, o objetivo principal é estimular a utilização do aplicativo por meio da interação com

seus usuários, utilizando, para isto, gráficos, estatísticas, compartilhamento em redes sociais e sistema de pontos.

A aba “Meus dados” é uma composição de informações do próprio usuário para que este acompanhe sua participação no CICLUSP. Primeiramente, conforme ilustra a Figura 62 (a), há um resumo de seus dados, como nome, Unidade em que estuda/trabalha, sexo, idade e, também, a contabilização do número de viagens realizadas desde que começou a utilizar o aplicativo, a quilometragem percorrida, o gasto calórico e as emissões evitadas de gás carbônico não emitido por optar pelo deslocamento em bicicleta, e não em veículo automotor.

Em seguida, em “Meus pontos”, o usuário verifica a evolução de sua pontuação mensal ao longo do ano, podendo comparar com a medida de sua Escola/Faculdade e com a média da Universidade. O sistema de pontos proposto é detalhado no item 7.1.4 deste relatório.

Em (b), continuando na aba, encontra-se a seção “Minhas estatísticas”, que informa através de gráficos e porcentagens o quanto o usuário tem cooperado e interagido com o sistema, de forma a classificar seu perfil em níveis, sendo que quanto mais interação, mais próximo ao *smart* é seu perfil. Além disto, a seção conta com informações como a média de pontos e o tempo médio das viagens deste usuário.

Por fim, nesta aba se encontra a seção “Minhas viagens” (ver Figura 62 (c)). Diferentemente dos registros da interface “Histórico”, as viagens são registradas com particulares do usuário, contando com a contabilização de pontos em cada uma, seus resumos qualitativos (quilometragem, CO₂ e calorias), duração, data e, caso tenha realizado a viagem com o GPS ligado, pode-se visualizar o percurso percorrido em mapa. Além disto, nesta seção é possível o usuário compartilhar seus resultados em redes sociais previamente cadastradas, como “Facebook” e “Twitter”.

A aba “Social”, por outro lado, é igual para todos os usuários, contando com dados de interesse geral. Conforme ilustrado na Figura 63 (a), a primeira seção da aba é a “Ranking”, onde estão as dez Unidades do Campus com as médias de pontos por usuário mais altas e a média da Universidade/ CUASO. Com isto, propõe-se uma competição saudável entre as instituições, promovendo a sustentabilidade através da mobilidade sem emissão de poluentes. Em seguida, como se pode ver em (a) e (b), está a seção “Estações de pico”, que conta com gráficos da situação média ao longo do dia das estações de interesse da maioria dos usuários, que são

aquelas localizadas próximas às integrações com outros meios de transporte (Metrô Butantã e CPTM) e aos restaurantes (Bandejões Central, Química e Física).

Após, na seção “Estatísticas”, encontra-se um resumo do perfil dos usuários do CICLUSP, informando dados como sexo, o quanto estes interagem e cooperam com o sistema de compartilhamento e algumas possíveis curiosidades, como a quantidade de sanduíches equivalentes às calorias gastas ao utilizar a bicicleta como meio de transporte ou o volume em litros de combustível não consumido devido à opção dos usuários por um modal não poluente.

Por fim, conforme ilustrado na Figura 63 (c), tem-se a seção “*Feed* de atividades” que, assim como redes sociais em geral, mostra a atualização dos amigos do usuário, como os percursos percorridos, a quantidade de pontos ganhos ou mesmo o cadastramento de um novo amigo no CICLUSP.



(a)

(b)



(c)

Figura 62 – Aba “Meus dados”: resumo de dados das viagens do usuário
Fonte: Elaboração própria.



Figura 63 – Aba “Social”: resumo de dados das viagens de todos usuários
Fonte: Elaboração própria.

8.2 Obter e instalar o aplicativo CICLUSP

Tratando-se de um protótipo desenvolvido pelo grupo, ainda impossível de ser aplicado na prática de forma imediata, devido à inexistência do sistema físico de compartilhamento de bicicletas (estações, bicicletas e empresa de gerenciamento), a versão beta do CICLUSP está disponível para instalação em celular somente através do CD anexado junto a este relatório.

Optou-se por este modelo de obtenção ao invés do tradicional, que é feito através de lojas virtuais como “Google Play”, “App Store” e “Windows Phone Store”, pois, como não se trata de um aplicativo ainda oficial da Universidade de São Paulo, evita-se possíveis problemas burocráticos quanto à utilização do nome da universidade, assim como em ter usuários instalando o aplicativo sem a informação de que se trata de um protótipo resultado de um trabalho de formatura.

Encontra-se no CD um arquivo nomeado “CICLUSP.apk”, que é um formato compilado utilizado para se instalar programas em celulares com sistema operacional Android de forma paralela ao “Google Play”. Para instalação do aplicativo CICLUSP em um celular, basta mover o arquivo mencionado em forma “.apk” para seu dispositivo móvel e instalá-lo com o auxílio de um gerenciador de arquivos para Android. Mais detalhes, passo a passo da instalação e dúvidas sobre esta podem ser obtidos e resolvidos consultando SOARES (2011).

Assim, o aplicativo CICLUSP se encontra disponível para instalação para estudo, aprimoramento e, apesar das restrições devido à falta da infraestrutura para teste, conta com as interfaces e principais funcionalidades mencionadas ao longo deste relatório, cumprindo, então, seu papel de proposta de solução inteligente para a cidade universitária “Armando de Salles Oliveira”.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

Com o crescimento populacional desenfreado e taxas cada vez mais altas de urbanização, surgem cada vez mais justificativas para o desenvolvimento de cidades inteligentes. É preciso que os sistemas de serviços e infraestrutura sejam otimizados, para que se possa atender a todos com qualidade adequada. Neste aspecto, a utilização da tecnologia, tanto para integração dos sistemas quanto para obtenção e gestão de dados, torna-se cada vez mais inevitável e necessária.

Como foi visto, o conceito de cidade inteligente implica na integração dos sistemas com tecnologia, observando aspectos econômicos, sociais e ambientais. Para atingir o bem-estar coletivo, é preciso aumentar a eficiência dos diversos componentes que formam o meio urbano: sistemas de água e esgoto, sistemas energéticos, sistemas de transporte, sistemas de educação, entre tantos outros.

No entanto, o próprio conceito de cidade inteligente é bastante recente. Há diversas experiências acontecendo no mundo, com diferentes enfoques. São muitos desafios ainda a serem enfrentados para a implantação de conceitos inteligentes, como o financiamento, questões de segurança e privacidade e a própria falta de conhecimento e pessoal especializado.

Assim, a implantação de projetos piloto em universidades é cada vez mais justificada. Os campi dependem dos mesmos serviços que uma cidade, como transporte público, saneamento, energia, gestão de resíduos, porém numa escala relativamente menor. Além disso, são campos para experimentação e pólos de estudos para novas tecnologias, com uma comunidade de profissionais especializados e estudantes motivados.

A Cidade Universitária “Armando Salles de Oliveira” se encaixa em todas as características acima descritas, com diversas iniciativas que se encaixam dentro do conceito inteligente. Mas ainda há muitas áreas que podem ser exploradas e novas soluções a serem desenvolvidas. A questão do transporte dentro do campus e a comunicação intermodal é muito relevante, e afeta a todos os usuários da Cidade Universitária. A bicicleta surge como uma alternativa bastante benéfica, tanto por questões econômicas quanto ambientais.

O desenvolvimento de um aplicativo foi um grande desafio. A princípio a ideia foi questionada, principalmente pela compreensão de como este projeto se integraria ao escopo da Engenharia Civil e da Engenharia Ambiental. No entanto, conforme foram sendo realizadas as pesquisas e estudos, foi ficando clara a sua importância dentro da Engenharia, no que tange à melhoria de

eficiência e qualidade de um serviço cada vez mais valorizado pela população urbana e pelos gestores públicos, o compartilhamento de bicicletas.

O aplicativo proposto é um exemplo claro de solução inteligente para a cidade. O sistema de compartilhamento de bicicletas é uma importante solução para a questão do transporte, que vem se tornando um ponto crítico nas cidades: com o crescimento populacional e, conseqüentemente, o crescimento dos fluxos dentro da cidade, há cada vez mais tráfego e, também, problemas sociais, ambientais e econômicos relacionados a isso. A possibilidade de reduzir este tráfego com a oferta de um meio alternativo de transporte, que é um dos principais focos do sistema de compartilhamento, por si só já representaria uma melhora significativa para a cidade.

O aplicativo vem como um ponto a mais nesta melhora, representando a possibilidade de um aperfeiçoamento do sistema de compartilhamento. A integração de diversas funções, que visam tanto o benefício do usuário e do operador quanto a própria manutenção do sistema, demonstra como conceitos inteligentes podem ser aplicados de forma prática na resolução de um problema urbano.

Com isso, a solução final deste projeto engloba diversas áreas da Engenharia e, se de fato implantada, ainda traria benefícios reais ao campus e, conseqüentemente, à Universidade. Como foi comentado no capítulo VII, ainda há questões a serem melhor analisadas, principalmente no que tange ao detalhamento da implantação e infraestrutura necessária, mas este trabalho traz uma proposta geral do que pode ser desenvolvido e das possibilidades que podem ser implementadas.

Concluiu-se este trabalho com o desenvolvimento de um protótipo do aplicativo proposto, a ser integrado ao sistema de compartilhamento de bicicletas que será implantado no campus, esperando que ele possa ser útil e funcional para os futuros usuários.

ANEXO A

Tabela 15 – Tabela resumo dos pesos de critérios e subcritérios obtidos através do método AHP.

		Totens informativos		Lixeiras Inteligentes		Uso intelig. água		Efic. Energética		App divulgação infos		Cartão USP		
		Peso do Critério	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto
Conhecimento para elaboração de produto	18,2%													
Conhecimento Técnico	75,0%	13,7%	22,7%	3,1%	4,0%	0,5%	4,0%	0,5%	4,0%	0,5%	23,6%	3,2%	11,9%	1,6%
Tempo Elaboração	25,0%	4,6%	19,8%	0,9%	2,2%	0,1%	4,8%	0,2%	4,8%	0,2%	31,4%	1,4%	11,7%	0,5%
Urgência	29,4%													
Prefeitura	75,0%	22,0%	1,6%	0,4%	1,6%	0,4%	6,9%	1,5%	6,9%	1,5%	3,3%	0,7%	3,3%	0,7%
Usuário	25,0%	7,3%	1,5%	0,1%	1,5%	0,1%	2,8%	0,2%	2,8%	0,2%	12,3%	0,9%	5,6%	0,4%
Viabilidade Financeira	29,4%													
Investimento Inicial	63,3%	18,6%	2,5%	0,5%	2,1%	0,4%	17,8%	3,3%	3,6%	0,7%	13,6%	2,5%	6,0%	1,1%
Custos Manutenção	10,6%	3,1%	2,0%	0,1%	1,2%	0,0%	6,8%	0,2%	6,4%	0,2%	16,9%	0,5%	10,7%	0,3%
Retorno Investimento	26,0%	7,7%	8,9%	0,7%	7,1%	0,5%	29,5%	2,3%	29,5%	2,3%	2,6%	0,2%	2,6%	0,2%
Possibilidade de Replicação	4,2%	4,2%	1,8%	0,1%	1,1%	0,0%	6,9%	0,3%	6,9%	0,3%	3,4%	0,1%	1,8%	0,1%
Grau de comprometimento	9,4%													
Usuário	83,3%	7,8%	4,5%	0,4%	4,8%	0,4%	10,1%	0,8%	10,1%	0,8%	7,5%	0,6%	5,4%	0,4%
Gerenciamento	16,7%	1,6%	5,8%	0,1%	5,8%	0,1%	5,8%	0,1%	5,8%	0,1%	2,9%	0,0%	8,3%	0,1%
Impactos sociais e ambientais	9,4%													
Qualidade de Vida	55,8%	5,2%	2,4%	0,1%	2,4%	0,1%	2,4%	0,1%	2,4%	0,1%	3,9%	0,2%	4,7%	0,2%
Redução Impactos Ambientais	12,2%	1,1%	11,4%	0,1%	16,8%	0,2%	16,8%	0,2%	16,8%	0,2%	1,9%	0,0%	1,9%	0,0%
Conscientização	26,3%	2,5%	15,1%	0,4%	7,9%	0,2%	15,1%	0,4%	15,1%	0,4%	1,9%	0,0%	1,9%	0,0%
Abrangência	5,7%	0,5%	6,0%	0,0%	13,5%	0,1%	13,5%	0,1%	13,5%	0,1%	2,6%	0,0%	2,6%	0,0%
				6,9%		3,2%		10,2%		7,6%		10,6%		5,9%

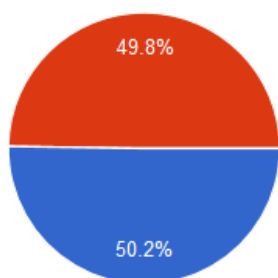
		App compart. bike		Ponto de ônibus inteligente		Câmeras intel. de tráfego		App de carona entre estud.		App de alerta incidentes		Câmeras intel. vigilância		
		Peso do Critério	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto	Peso da Alternativa	Produto
Conhecimento para elaboração de produto	18,2%													
Conhecimento Técnico	75,0%	13,7%	4,8%	0,7%	4,8%	0,7%	1,4%	0,2%	4,8%	0,7%	4,1%	0,6%	10,0%	1,4%
Tempo Elaboração	25,0%	4,6%	4,8%	0,2%	4,8%	0,2%	1,3%	0,1%	4,8%	0,2%	4,8%	0,2%	4,8%	0,2%
Urgência	29,4%													
Prefeitura	75,0%	22,0%	14,5%	3,2%	14,5%	3,2%	14,5%	3,2%	4,1%	0,9%	14,5%	3,2%	14,5%	3,2%
Usuário	25,0%	7,3%	12,3%	0,9%	25,4%	1,9%	5,6%	0,4%	12,3%	0,9%	5,6%	0,4%	12,3%	0,9%
Viabilidade Financeira	29,4%													
Investimento Inicial	63,3%	18,6%	15,0%	2,8%	4,3%	0,8%	2,7%	0,5%	15,3%	2,8%	15,5%	2,9%	1,8%	0,3%
Custos Manutenção	10,6%	3,1%	15,9%	0,5%	4,0%	0,1%	2,2%	0,1%	14,5%	0,5%	16,9%	0,5%	2,5%	0,1%
Retorno Investimento	26,0%	7,7%	2,6%	0,2%	2,6%	0,2%	2,6%	0,2%	2,6%	0,2%	2,9%	0,2%	6,5%	0,5%
Possibilidade de Replicação	4,2%	4,2%	12,1%	0,5%	12,1%	0,5%	16,0%	0,7%	10,9%	0,5%	10,9%	0,5%	16,0%	0,7%
Grau de comprometimento	9,4%													
Usuário	83,3%	7,8%	4,6%	0,4%	2,7%	0,2%	12,5%	1,0%	1,4%	0,1%	9,6%	0,8%	26,7%	2,1%
Gerenciamento	16,7%	1,6%	19,2%	0,3%	20,1%	0,3%	1,4%	0,0%	19,9%	0,3%	3,7%	0,1%	1,2%	0,0%
Impactos sociais e ambientais	9,4%													
Qualidade de Vida	55,8%	5,2%	14,3%	0,8%	14,3%	0,8%	9,4%	0,5%	13,1%	0,7%	7,9%	0,4%	22,7%	1,2%
Redução Impactos Ambientais	12,2%	1,1%	13,6%	0,2%	6,4%	0,1%	2,0%	0,0%	8,8%	0,1%	1,9%	0,0%	1,6%	0,0%
Conscientização	26,3%	2,5%	8,4%	0,2%	8,4%	0,2%	1,9%	0,0%	8,3%	0,2%	7,9%	0,2%	8,3%	0,2%
Abrangência	5,7%	0,5%	13,5%	0,1%	13,5%	0,1%	2,6%	0,0%	13,5%	0,1%	2,6%	0,0%	2,6%	0,0%
				10,8%		9,2%		6,9%		8,1%		9,9%		10,8%

ANEXO B

Foi realizada uma pesquisa online através da página “Formulários Google”, aberto para qualquer pessoa responder e divulgado através da rede social “Facebook” e dos canais de comunicação da Prefeitura do Campus e da Escola Politécnica, obtendo-se 203 respostas.

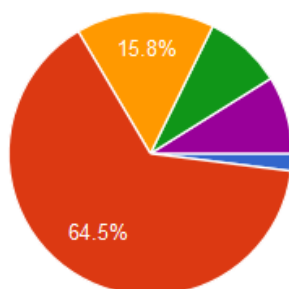
Segue o resumo das respostas obtidas:

1. Você utiliza/já utilizou aplicativos para aluguel de bicicletas?



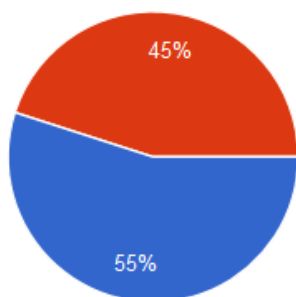
Sim	102	50.2%
Não	101	49.8%

2. Qual a sua idade?



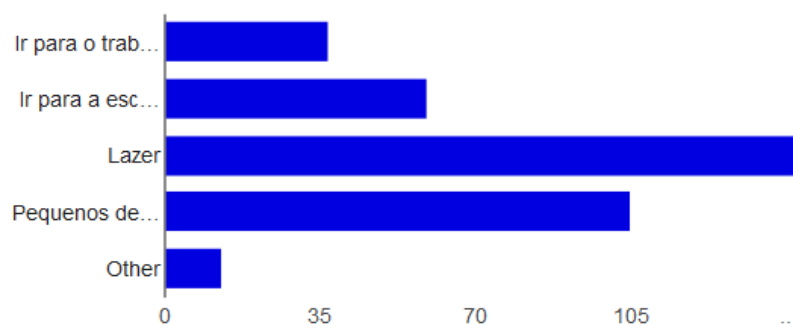
Até 18 anos	4	2%
Entre 18 e 24 anos	131	64.5%
Entre 25 e 30 anos	32	15.8%
Entre 30 e 40 anos	18	8.9%
Acima de 40 anos	18	8.9%

3. Qual seu sexo?



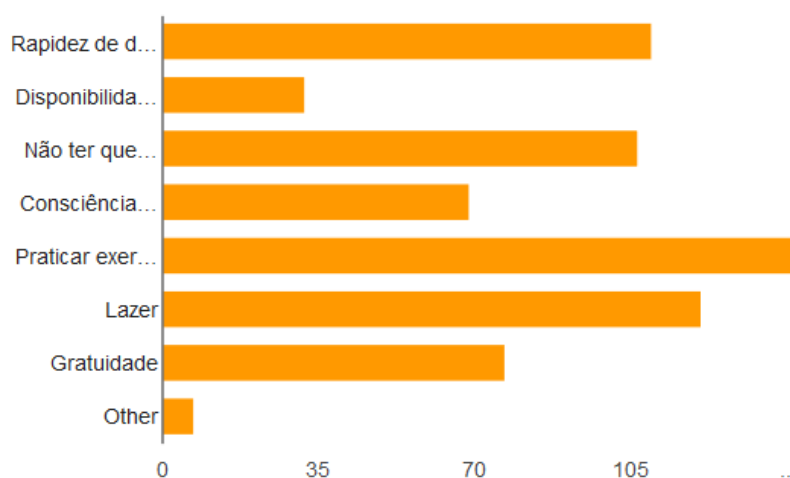
Masculino	111	55%
Feminino	91	45%

4. Quantas vezes por semana você utiliza o aluguel de bicicletas, em média?



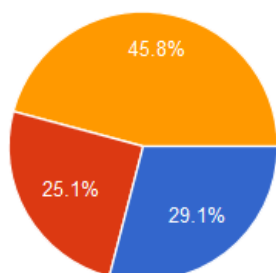
Ir para o trabalho	37	18.5%
Ir para a escola/faculdade	59	29.5%
Lazer	142	71%
Pequenos deslocamentos (dentro do meu bairro, por exemplo)	105	52.5%
Other	13	6.5%

5. Quais três principais motivos te levam(riam) a utilizar a bicicleta?



Rapidez de deslocamento	110	54.2%
Disponibilidade e informações pelo aplicativo	32	15.8%
Não ter que utilizar ônibus/ir a pé	107	52.7%
Consciência ambiental/social	69	34%
Praticar exercício	142	70%
Lazer	121	59.6%
Gratuidade	77	37.9%
Other	7	3.4%

6. Você já utilizou alguma bicicleta com problemas, como correia solta, espelho/campainha quebrada, assento solto, entre outros?



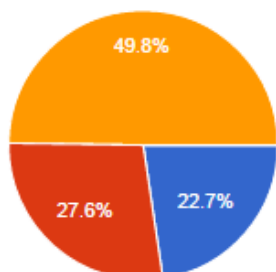
Sim	59	29.1%
Não	51	25.1%
Ainda não sou usuário	93	45.8%

7. Se sim, quais defeitos com a bicicleta?

Esta questão era deixada aberta para as respostas dos pesquisados. As respostas obtidas foram:

- Correia solta;
- Problemas com a marcha;
- Pneu murcho ou furado;
- Campainha quebrada;
- Freio travado
- Problemas com o assento;
- Problemas com o guidão;
- Espelho quebrado.

8. O aplicativo já demonstrou algum defeito, como estar fora do ar ou não identificar corretamente o que acontece na estação?



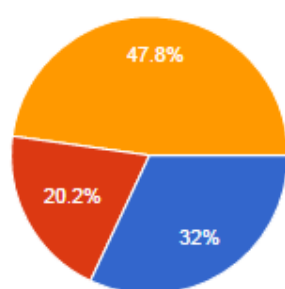
Sim	46	22.7%
Não	56	27.6%
Ainda não sou usuário	101	49.8%

9. Se sim, quais defeitos com o aplicativo?

Esta questão era deixada aberta para as respostas dos pesquisados. As respostas obtidas foram:

- Não liberação da bicicleta;
- Informar número incorreto de bicicletas disponíveis na estação;
- Acusação de retirada da bicicleta, quando o mesmo ainda não ocorreu;
- Falta de informação sobre bicicletas com problemas;
- Liberação de bicicleta diferente daquela solicitada no aplicativo;
- Aplicativo fora de ar;
- Dificuldade de conexão;
- Não reconhecimento da devolução da bicicleta;
- Bicicletas na estação, mas sistema não identifica, não sendo possível o aluguel das mesmas

10. Você já encontrou algum tipo de problema na estação de aluguel, como estar offline, não ter espaço para sua bicicleta, etc?



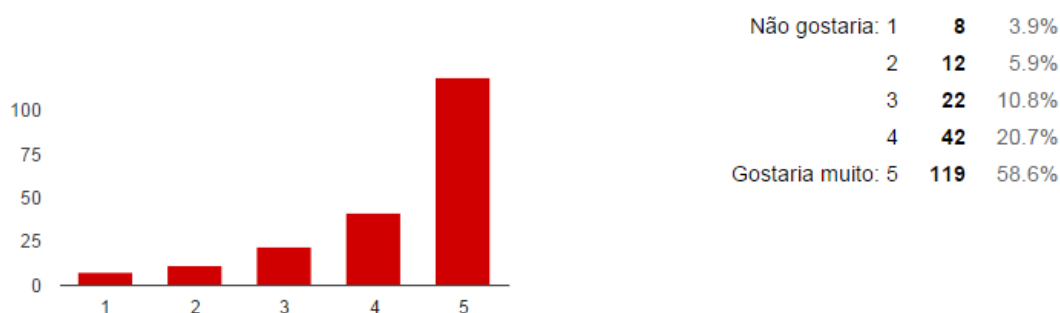
Sim	65	32%
Não	41	20.2%
Ainda não sou usuário	97	47.8%

11. Se sim, quais defeitos com a estação de aluguel?

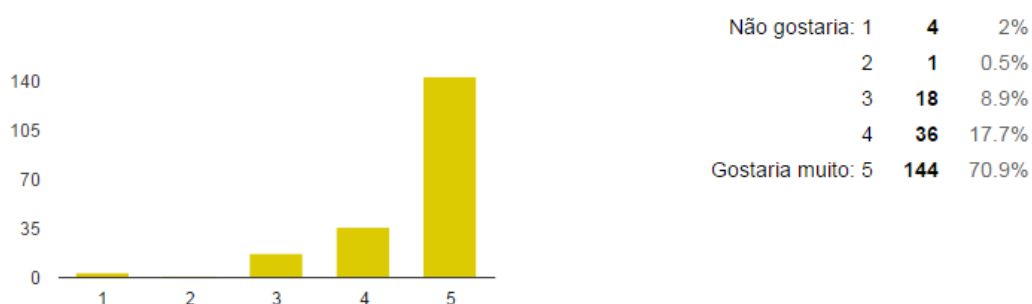
- Estação lotada;
- Estação vazia;
- Estação off-line (em manutenção ou em fase de implementação)
- Bicicleta já alugada não ser solta da trava; Problema no destravamento;

Importante ressaltar que as reclamações sobre estações vazias, cheias e offline foi bem recorrente nessa pergunta.

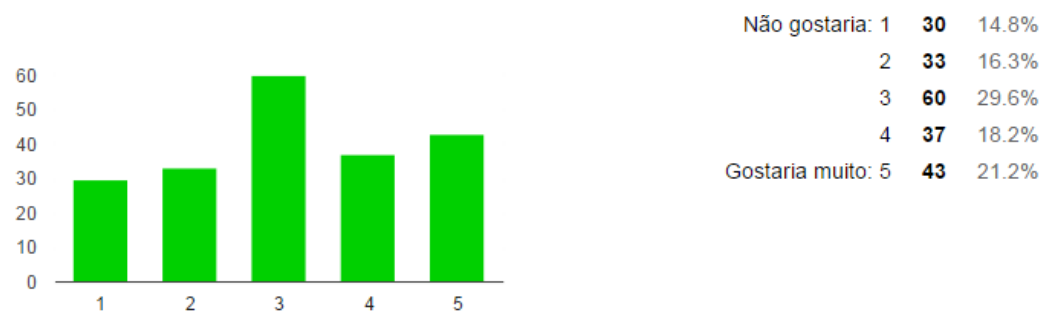
12. Você gostaria de saber o tempo de espera para a disponibilidade de bicicletas no ponto de aluguel de sua opção?



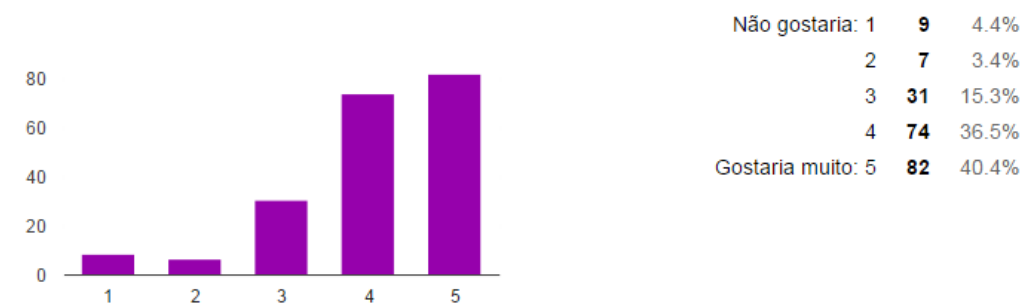
13. Você gostaria de saber informações sobre seu trajeto e a localização de ciclofaixas e ciclovias através do aplicativo?



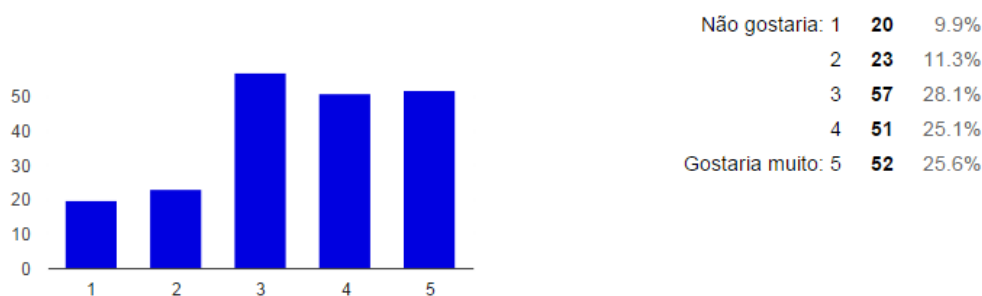
14. Você gostaria de saber quantas calorias foram gastas ao ter optado pela bicicleta?



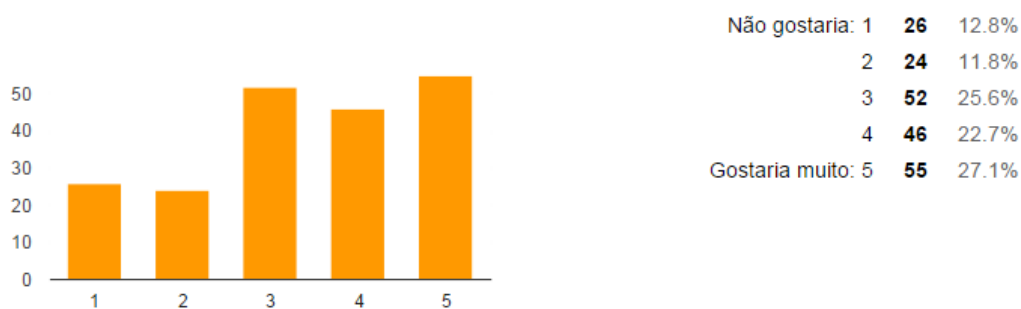
15. Você gostaria de saber qual a quilometragem percorrida ao ter optado pela bicicleta?



16. Você gostaria de saber os ganhos ambientais ao ter optado pela bicicleta?



17. Você gostaria de saber os ganhos financeiros ao ter optado pela bicicleta?



Como pode ser analisado, a função que seria mais valorizada pelos usuários seria a de ser informado sobre o trajeto a ser percorrido, e a localização de ciclofaixas e ciclovias através do aplicativo. A segunda função mais desejada seria a de saber o tempo de espera para a disponibilidade de bicicletas em pontos de aluguel que estiverem vazios.

18. Para finalizar, você possui alguma sugestão de melhoria/ inovação para aplicativos de aluguel de bicicletas que não foi contemplada nas perguntas anteriores?

- Inclusão de rota com narrador até a estação de devolução desejada;
- Mapa, ou GPS como Waze
- Incluir na bicicleta um sistema de carregar celular;
- Possibilidade de apontar problemas com a bicicleta na própria estação para que seja providenciado conserto ou para que o sistema indique que aquela está fora de operação;
- Existência de wifi nas estações para os usuários;
- Aviso de terminal próximo quando o tempo de "aluguel" estiver esgotando;
- Conexão com redes sociais;

- Informação sobre conexão com o transporte público;
- Ter dicas de segurança no aplicativo;
- Ter um informativo para conscientização das regras de trânsito;
- Existência de uma ferramenta que permitisse o usuário de opinar locais para futuras estações;
- Opção de liberação em grupo;
- Existência de um sistema mais interativo nas estações, como uma tela, ou tablet. Podendo assim o aluguel ser feito através da inserção de um login e senha, sem necessidade de cartões ou bilhete único;
- Melhor interface e sinalização quando uma bicicleta é liberada;
- Informação de dificuldade (ex. subidas muito íngremes) no trajeto escolhido;

O aplicativo foi desenhado a partir do conhecimento das necessidades do usuário adquiridos através desta pesquisa, de forma várias sugestões dadas foram, de fato, incorporadas ao aplicativo. Todas elas foram analisadas, mas pela impossibilidade de aplicar todas, algumas foram descartadas por estarem fora de escopo, e outras por não serem de alto impacto. As sugestões consideradas como mais relevantes foram estudadas, detalhadas no capítulo VII, desenvolvidas no aplicativo, conforme capítulo VIII.

REFERÊNCIAS ²⁴

AGÊNCIA USP DE NOTÍCIAS. **Sistema utiliza energia solar para pré-aquecer a água utilizada no restaurante.** São Paulo. Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/repgs/2006/pags/006.htm>>. Acesso em: 30 maio 2015.

AJUNTAMENT DE BARCELONA. **Servicios de Atención Ciudadana.** 2015. Disponível em: <<http://www.bcn.cat/sac/compromisos-cas.html>>.

ALECRIM, E. **O que é NFC (Near Field Communication)?** Info Wester, 2014. Disponível em: <<http://www.infowester.com/nfc.php>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

ALFAMICRO, M. **D1.1.1 SMART CAMPUS Vision, (Update 2).** Smart Campus – Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency. Março, 2014. Disponível em: <<http://greensmartcampus.eu/wp-content/uploads/2014/04/D1.1.3Smart-Campus-Vision.pdf>>.

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade.** Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 2002.

ALONSO, O. China constrói cidade ecológica para 350 mil pessoas. **IG.** Julho, 2011. Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/expedicoes/china/china-constroi-cidade-ecologica-para-350-mil-pessoas/n1597045604718.html>>.

AOUN, C. **Without a focus on action, Smart City leadership and vision count for nothing.** Schneider Electric – Smart Cities. Disponível em: <<http://blog.schneider-electric.com/smart-cities/2015/05/01/without-focus-action-smart-city-leadership-vision-count-nothing>>. Acesso em 07 jun. 2015.

ARROWSMITH, L. **Connecting tomorrow's cities.** IHS Quaterly. 2014. Disponível em: <<http://blog.ihs.com/q13-connecting-tomorrows-cities>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração.** Rio de Janeiro, 2002.

ARUP. **Smart cities: Transforming de 21st century city via the creative use of technology.** Smart Cities. Londres, 2010. Disponível em: <http://publications.arup.com/Publications/S/Smart_Cities.aspx>.

BALAGO, Rafael; MORI, Letícia. Os 7 erros do Bike Sampa. Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/revista/saopaulo/2015/01/11/1573214-os-7-erros-do-bike-sampa.shtml>>.

BARBOSA, V. 10 cidades no mundo com projetos “verdes” inspiradores. **EXAME.** Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.mundosustentavel.com.br/2015/01/10-cidades-no-mundo-com-projetos-verdes-inspiradores/>>.

BARBOSA, W. G.; EL-BACHÁ, A. **Relato de Experiência do Poli USP Recicla.** Poli Usp Recicla. São Paulo, 2015.

²⁴ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BICICLETAR. Disponível em: <<http://www.bicicletar.com.br/comoutilizar.aspx>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

BIKE SAMPA. Disponível em: <<http://www.mobilicidade.com.br/bikesampa.asp?gclid=CJK4r9HnhskCFYcGkQodOhABWw>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

BRASIL. Congresso. Senado. **Constituição (2010)**. Emenda Constitucional nº 64, de 04 de janeiro de 2010. Art. 207º. Brasília, 2010.

BRASIL ECONOMICO. **Principais experiências incluem a mobilidade**. 31 de julho de 2014. Disponível em: <http://www.cliptvnews.com.br/mma/pdf/amplia_pdf.php?id_noticia=6524>.

BRUNO, F. **Contramanual para câmeras inteligentes: vigilância , tecnologia e percepção**. Galaxia. n. 24, p 47-63. Dezembro, 2012.

CAVALLINI, A. **Beacon Bible 3.0**. Disponível em: < <https://meetingofideas.files.wordpress.com/2015/09/beacon-bible-3-0.pdf>>.

CENTRE FOR CITIES. **Smart Cities**. Centre for Cities 2014. Londres. Maio, 2014. Disponível em: <www2.schneider-electric.com>.

CISCO. **Smart City Readiness: Drivers, Challenges, and Steps for Moving Forward**. Cisco & Smart City Council Survey. Setembro, 2014.

CLARKE, R. Y. **Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services**. IDC Government Insights - White Paper – Sponsored by Cisco. Outubro, 2013.

CLARISSE, P. **SMART CITIES IN JAPAN An Assessment on the Potential for EU-Japan Cooperation and Business Development**. EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. Outubro, 2014. Disponível em: <<http://www.eu-japan.eu/sites/eujapan.eu/files/SmartCityJapan.pdf>>.

CLEMENTE, L. **Bikes são compartilhadas entre alunos**. Abril, 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/vida-na-universidade/ufpr/bikes-sao-compartilhadas-entre-alunos-8b6kvipl1b68lpsy86mlzx5xq>>.

COHEN, B. **The 8 Smartest Cities In Latin America**. Fast Company. Dezembro, 2013. Disponível em: <<http://www.fastcoexist.com/3022533/the-8-smartest-cities-in-latin-america>>.

CONSELHO DE REITORES DAS UNIVERSIDADES ESTADUAIS PAULISTAS. **Projeto Chuva Online informará condições climáticas em tempo real**. 2014. Disponível em: <<http://www.cruesp.sp.gov.br/?p=7750>>. Acesso em: 09 jun. 2015.

COSTA, Douglas; SILVA, Ricardo C. **Projeto Executivo para Sistema Cicloviário e de empréstimo de bicicletas na CUASO**. Relatório Final - Memorial Descritivo. São Paulo, 2015.

DANNEN, C. **NYC TO GO QR FOR NEW BUILDING PERMITS: BLOOMBERG**. Fast Company. Disponível em: <<http://www.fastcompany.com/1730583/nyc-go-qr-new-building-permits-bloomberg>>.

DEPARTMENT FOR BUSINESS INNOVATION & SKILLS. **Smart Cities: Background paper**. Londres. Outubro, 2013. Disponível em: <www.gov.uk/bis>.

DIGITAIS PUC-CAMPINAS. **Aplicativo incentiva caronas em Campinas e região**. Disponível em: <<https://digitaispuccampinas.wordpress.com/2014/09/15/aplicativo-incentiva-caronas-em-campinas-e-regiao/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

DOBBS; SANKHE. **Comparing urbanization in China and India**. McKinsey, 2010. Disponível em: <http://www.mckinsey.com/insights/urbanization/comparing_urbanization_in_china_and_india>.

DOMINGO, R.; PINHO, M. **TCM suspende seleção de empresa para empréstimo de bicicleta em SP**. Agosto, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/08/tcm-suspende-selecao-de-empresa-para-emprestimo-de-bicicleta-em-sp.html>>.

DREXEL UNIVERSITY. **SMART GRID TECHNOLOGY**. Disponível em: <<http://drexel.edu/green/projects/Smart%20Grid%20Technology/>>. Acesso em: 7 jun. 2015.

EBI, K. **GrowSmarter aims to accelerate growth of smart cities in Europe**. Smart Cities Council Report, 2013. Disponível em: <<http://smartcitiescouncil.com/article/growsmarter-aims-accelerate-growth-smart-cities-europe>>.

ENBYSK, L. **How innovative e-mobility initiatives drive more sustainable cities**. Smart Cities Council. Novembro, 2014. Disponível em: <<http://smartcitiescouncil.com/article/how-innovative-e-mobility-initiatives-drive-more-sustainable-cities>>.

EPRI. **A CASE STUDY ON DREXEL SMART CAMPUS PROJECT**. Maio, 2014.

FACENS. **Smart Campus Facens**. 2015. Disponível em: <<http://www.facens.br/noticias/smart-campus-facens>>. Acesso em: 02 mai. 2015.

GENERAL, D., INTERNAL, F. O. R., POLICY, S. **Mapping Smart Cities in the EU**. Directorate General For Internal Policies, European Parliament. 2014. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)>.

GESPAÇO. **ATLAS USP**. 2013. Disponível em: <<http://www.gespaco.com.br/atlas-usp>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., PICHLER-MILANOVIC, N., & MEIJERS, E. **Smart Cities: Ranking of European Medium-Sized Cities**. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF). Vienna University of Technology, 2007. Disponível em: <http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf>.

GOOGLE. **Material Design**. Disponível em: <<http://www.google.com.br/design/spec/material-design>>. Acesso em: 20 out. 2015.

GOOGLE MAPS. **The Bike-sharing World Map**. https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=zGPlSU9zZvZw.kmqv_ul1MfkI&hl=en. Acesso em: 1 nov. 2015.

GOOGLE PLAY. **ALLBIKESNOW**. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jcdecaux.allbikesnow>>. Acesso em: 5 nov. 2015.

GOOGLE PLAY. **VELOV'ER**. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.velobobine.velover>>. Acesso em: 5 nov. 2015.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. **Methodology for the development of an institutional and technological water conservation program in buildings**. CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 23. Yokohama, Japão, 1997.

GRID, T. S., & Edge, L. (n.d.). **San Diego Gas & Electric : The Smart Grid's Leading Edge**. Disponível em: <<http://www-assets.vermontlaw.edu/Assets/iee/SDGandEFinal.pdf>>.

GREGO, M. Com 12 mil sensores, cidade de Santander ganha inteligência. **EXAME**. Novembro, 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/com-12-mil-sensores-cidade-de-santander-ganha-inteligencia>>.

GROW SMARTER. **12 Solutions**. Disponível em: <<http://www.grow-smarter.eu/solutions>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

HALL, R. E. (2000). The vision of a smart city. **In Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop**. Paris, França, 28 de setembro de 2000. Disponível em: <<http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/773961-oyxp82/webviewable/773961.pdf>>.

HARRISON, C., ECKMAN, B., HAMILTON, R., HARTSWICK, P., KALAGNANAM, J., PARASZCZAK, J., & WILLIAMS, P. **Foundations for Smarter Cities**. IBM Journal of Research and Development, 2010.

HOEKS, V. **China's smart city projects and developments**. China in roads. Disponível em: <www.chinainroads.com/wpcontent/uploads/ChinaInroads_Chinas_smart_city_projects.pdf>.

IBM. a. **Smarter Cities – Analyzing the future of cities**. IBM Smarter Cities – Future Cities. 2015. Disponível em: <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/>. Acesso em: 31 mai. 2015.

IBM. b. **The future of commerce is C2B commerce**. IBM Commerce- C2B Business. 2015. Disponível em: <<http://www.ibm.com/commerce/en-us/>>. Acesso em: 31 mai. 2015.

IGUACU. **Smart cities in Africa**. Disponível em: <<http://weareiguacu.com/goodnews/africas-smart-cities/>>.

ILBF. **International Legal Business Forum**. Disponível em: <<http://smart-cities-india.com/>>. Acesso em: 7 jun. 2015.

ITAU, **Bike BH: mais um projeto de compartilhamento de bicicletas é inaugurado**. Junho, 2014. Disponível em: <<http://www.mobilize.org.br/noticias/6499/bike-ita-inaugura-mais-um-projeto-de-compartilhamento-de-bicicletas-bike-bh.html>>.

ITDP. **Guia de Planejamento de Bicicletas Compartilhadas**. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento, 2010.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189–206. São Paulo, 2003.

JAFFE, E. **Does San Francisco's Smart Parking System Reduce Cruising for a Space?** CityLab. Junho, 2014. Disponível em: <<http://www.citylab.com/cityfixer/2014/06/does-san-franciscos-smart-parking-system-reduce-cruising-for-a-space/373351/>>.

KANTER, R. M.; LITOW, S. S. **Informed and Interconnected: A Manifesto for Smarter Cities** **Working Paper**. Harvard Business School – Working Paper. Volume 09-141. Estados Unidos da América, 2009.

KOGAN, A. **BikeSharing: um ótimo exemplo de economia compartilhada nas cidades**. Maio, 2014. Disponível em: <<http://www.asboasnovas.com/gente/bikesharing-um-otimo-exemplo-de-economia-compartilhada-nas-cidades>>

KOHN, S. Smart Cities: o que podemos esperar das cidades do futuro? **Olhar Digital UOL**. Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/noticia/smart-cities-o-que-podemos-esperar-das-cidades-do-futuro/22741>>.

LANNA, A. L. D. (Org.). **Cidades universitárias: patrimônio urbanístico e arquitetônico da USP**. Edusp. São Paulo, 2005.

LARSON, K.; BOARD, A.; PENTLAND, A. S.; HIDALGO, C. a; ZUCKERMAN, E.; PARADISO, J. a; LIPPMAN, A. **City Science: an Initiative of the MIT Media Lab**. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Estados Unidos da América, 2015.

LEAL, J. Chuva Online informará condições meteorológicas em tempo real. **Usp Online Destaque: Tecnologia**. Pág. 1-1. São Paulo. Dezembro, 2014. Disponível em: <<http://www5.usp.br/76307/projeto-chuva-online-informara-condicoes-climaticas-em-tempo-real/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

MARTINI, J. S. a. **SIGINURB**. Depoimento. [10 de junho, 2015]. São Paulo, 2015.

MARTINI, J. S. b. **Tecnologias para comunicação e sensoriamento de Cidades Inteligentes**: Universidade de Campinas, Campus Limeira. São Paulo, 2015.

MCAFEE, a; BRYNJOLFSSON, E. Big Data: The Management Revolution. **Harvard Business Review**, v. 90, n. October, p. 1–9, 2012. Disponível em: <http://toolbox.bearingpoint.com/images/PDF_Big_Data/Harvard_Business_-_Big_Data_-_The_Management_Revolution.pdf>.

METRO DE SANTIAGO. Disponível em: <<http://www.metroantiago.cl/guiaviajero/tarifas/en>>.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo**. Dissertação de mestrado. Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

NAVIGANT RESEARCH. **Smart Cities: Asia Pacific**. Disponível em: <<https://www.navigantresearch.com/research/smart-cities-asia-pacific>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

NAM, T.; PARDO, T. a. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. **Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times - dg.o '11**, p. 283–291, 2011a. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2037556.2037602>>\n<<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2072069.2072100>>\n<<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2037556.2037602>>.

NAM, T.; PARDO, T. a. Smart city as urban innovation. **Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance - ICEGOV '11**, n. 1, p. 185–194, 2011b. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2072069.2072100>>.

NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Elsevier - Cities**, v. 38, p. 1–12, 2014. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/cities>.

NEWCOMBE, T. **Santander: The Smartest Smart City**. Maio, 2014. Disponível em: <<http://www.governing.com/topics/urban/gov-santander-spain-smart-city.html>>.

NOVO MOMENTO, **Carona para Unicamp ganha app**. Abril, 2014. Disponível em: <<http://www.novomomento.com.br/Tecnologia/17740/carona-para-unicamp-ganha-app>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

NYC BIG APPS. Disponível em: <<http://nycbigapps.com/>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

NYC OPEN DATA. Disponível em: <<https://nycopendata.socrata.com>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

O GLOBO. Panasonic inaugura sua primeira cidade inteligente no Japão. **O globo**. 29 de novembro de 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/panasonic-inaugura-sua-primeira-cidade-inteligente-no-japao-14696474>>.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 319 p. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

OTTE, A. **11 dicas para o design do ícone do aplicativo**. Reportagem do website App machine. Disponível em: <<http://www.appmachine.com/pt-pt/blog/onze-dicas-para-design-do-icone/>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

PLAY GOOGLE. **Divvy Bike Locator**. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mattkula.chicagobikelocator>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

PRATES, M. 5 cidades onde os ônibus funcionam. **EXAME**. Setembro, 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/5-cidades-pioneiras-no-uso-eficiente-do-onibus>>.

PREFEITURA CAMPUS USP DA CAPITAL. **Programa Campus Sustentável USP**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.puspc.usp.br/wpcontent/uploads/Programa-Campus-Sustentável-USP-2014-20341.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

PREFEITURA CAMPUS USP DA CAPITAL. **Programa Campus Sustentável USP - Projetos**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.puspc.usp.br/wp-content/uploads/Projetos-Campus-Sustentável-17-12-2014.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

PUREFA-USP. **Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas - PUREFA**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

RAMALHO, J. A. **Mídias Sociais na Prática**. Elsevier Editora Ltda. São Paulo, 2010.

RAVINDRAN, S. Is India's 100 smart cities project a recipe for social apartheid? **The Guardian**. Maio, 2015. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/cities/2015/may/07/india-100-smart-cities-project-social-apartheid>>.

REVISTA ECOLOGICO. **As Big Bellys vêm aí!** Setembro, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaecologico.com.br/materia.php?id=83&secao=1368&mat=1519>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

RIOS, C. Cidades inteligentes criam nova economia. **Gazeta do Povo**, p. 1, 2014.

SAIDEL, M. A. **A Gestão de Energia Elétrica na USP: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica**. Tese - Livre Docente – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B. Gestão Pública de Energia Elétrica: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP. 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (CBEE). **Anais do Congresso Brasileiro de Eficiência Energética – CBEE**. Espírito Santo, 2007.

SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B.; NASCIMENTO, L.M. Ações para um Campus Sustentável: O Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP. 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (CBEE). **Anais do Congresso Brasileiro de Eficiência Energética – CBEE**. Pará, 2009.

SANTANDER, **Santander Universities issues the USC to more than 300 universities** Madrid. Janeiro, 2015. Disponível em: <http://www.santander.com/cs/cs/Satellite/CFWCSancomQP01/en_GB/Corporate/Press-room/2015/01/13/Santander-Universities-issues-the-USC-to-more-than-300-universities.html>.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Urban Efficiency as the Cornerstone of Attractive Cities**Gartner, Inc. Gartnet, Inc. Volume 2. 2013.

SHEN, Y. Critical Infrastructure: How Smart Cities Will Transform Latin America. Cisco Blogs. 1 de julho de 2014. Disponível em: <<http://blogs.cisco.com/cle/critical-infrastructure-how-smart-cities-will-transform-latin-america>>.

SHERRIFF, L. **Sensing the Future: How will smart city principles and technology enable citizen co-creation in public policy-making, consent processing and service provision?** Back to the Future 2015. Abril, 2015. Disponível em: <http://www.planning.org.nz/Attachment?Action=Download&Attachment_id=3145>.

SHIELD, M. **The City of Vancouver's Approach to Electric Vehicles.** Building Code Requirements. 2014. Disponível em: <<http://zeroemissionmap.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2014/10/SHIELD.pdf>>.

SILVA, G. S. **PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS: O PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.** 482 p. Tese de Mestrado - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SILVA, P. **EVERY WOMAN EVERY CHILD' TEM NOVO ALIADO.** Smart Cities Cidades Sustentáveis. Disponível em: <<http://www.smart-cities.pt/pt/noticia/every-woman-every-child-tem-novo-aliado357>>.

SILVER, J. **The rise of Afro-Smart cities should be viewed with caution.** London School of Economics and Political Science (LSE). Disponível em: <<http://blogs.lse.ac.uk/africaatlse/2014/07/16/the-rise-of-afro-smart-cities-should-be-viewed-with-caution/>>.

SMART CAMPUS. **Building-User Learning Interaction for Energy Efficiency.** 2013. Disponível em: <<http://greensmartcampus.eu/wp-content/uploads/2013/07/D.1.1-Vision.pdf>>.

SMART CAMPUS LAB. Disponível em: <<http://www.smartcampuslab.it/>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

SMART CITIES CIDADES SUSTENTAVEIS. **CIDADE DO CABO: IDEIAS PARA COMÉRCIO INFORMAL.** Disponível em: <<http://www.smart-cities.pt/pt/noticia/cidade-do-cabo-ideias-para-melhorar-o-comercio-informal-2302>>.

SMART CITIES COUNCIL. **Smart City Readiness Guide: The planning manual for building tomorrow's cities today.** Smart Cities Council – Livability, Workability, and Sustainability. 2013.

SMEDLEY, T. **Smart cities: adapting the concept for the global south.** The Guardian. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2013/nov/21/smart-cities-relevant-developing-world>>.

SOARES, D. **Instalar APK Android – Como instalar Aplicativos APK.** Publicação do website Mestre Android em 2 de Junho de 2011. Disponível em: <<http://www.mestreandroid.com.br/como-instalar-aplicativos-apk-no-android/>>. Acesso em: 28 nov. 2015

SOTO, R. **SDG&E to get federal smart-grid funding**. The San Diego Union Tribune, Outubro, 2009. Disponível em: <<http://www.utsandiego.com/news/2009/oct/28/sgampe-get-federal-smart-grid-funding/?business>>.

SP TRANS, 2015 **OLHOVIVO** Disponível em: <http://sptrans.com.br/olho_vivo/personalize.aspx>. Acesso em: 17 jun. 2015.

SUPERINTENDÊNCIA DO ESPAÇO FÍSICO. **Projetos Especiais: Sistema ATLAS**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://myrtus.uspnet.usp.br/sef/index.php/projetos_e_obras/projetos_especiais_mostrar/37>. Acesso em: 05 jun. 2015.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior**. Universidade de Passo Fundo. Rio Grande do Sul, 2006.

THE INDU. India's urban challenges. **The Indu**. Maio, 2015. Disponível em: <<http://www.thehindu.com/opinion/editorial/100-smart-cities-project-and-indias-urban-challenges/article7159339.ece>>.

THE WHITE HOUSE. **President Obama Announces \$3.4 Billion Investment to Spur Transition to Smart Energy Grid**. Office of the Press Secretary. Outubro, 2009. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/president-obama-announces-34-billion-investment-spur-transition-smart-energy-grid>>.

TREVISAN, L. **China visita Índia e não trata só de Paquistão e fronteiras. Na mesa, comércio e investimento na nova geoconomia asiática**. Disponível em: <<http://leonardotrevisan.com.br/blog/china-visita-india-e-nao-trata-so-de-paquistao-e-fronteiras-na-mesa-comercio-e-investimento-na-nova-geoconomia-asiatica>>.

TRIGGS, R. **All you need to know about NFC Tags**. Android Authority, 29 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.androidauthority.com/nfc-tags-271872/>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Anuário Estatístico**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle#>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso – Parte I (ABNT)**. Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi/USP. 2ª edição revisada e ampliada. São Paulo, 2009.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Programa Permanente Para O Uso Eficiente dos Recursos Hídricos e Energéticos na Universidade de São Paulo**. Portaria nº 6632, de 04 de janeiro de 2015. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/portaria=portaria-gr-no-6632-de-04-de-marco-de-2015>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **PURA-USP e seus resultados**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES. **Student ID cards**. Disponível em: <<http://www.facilities.unsw.edu.au/fm-assist/student-id-cards>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

USP DESTAQUES. São Paulo. Setembro, 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/imprensa/wp-content/uploads/USP-Destaques_81.pdfw&bvm=bv.96041959,d.eXY>. Acesso em: 26 mai. 2015.

USP ESPAÇO ABERTO. **No inverno, um banho de sol.** São Paulo. Julho, 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/arquivo/2008/espaco93jul/ptcomportamento.htm>>. Acesso em: 30 maio 2015.

USP ESPAÇO ABERTO. **Sistema gera energia a partir do esgoto doméstico.** São Paulo, Junho, 2004. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/arquivo/2004/espaco44jun/0memorando>>. Acesso em: 30 maio 2015.

USP MÍDIAS ONLINE. **Campus da Capital.** São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.puspc.usp.br/?page_id=31>. Acesso em: 05 jun. 2015

USP MÍDIAS ONLINE. **Campus de Prova.** São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.puspc.usp.br/?page_id=33>. Acesso em: 05 jun. 2015.

VARGAS, R. Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos Na Gestão De Portfólio. (D, Ed.) **Anais do PMI Global Congress 2010.** Washington, DC - Estados Unidos: e, 2010.

VELOV, Disponível em: <<http://www.velov.grandlyon.com/>>. Acesso em: 2 nov. 2015

VERHULSTIN, S. **E-Governance for Smart Cities.** NYU Polytechnic School of Engineering, Dezembro, 2014. Disponível em: <<http://thegovlab.org/e-governance-for-smart-cities/>>.

VESCO, Gilles. **Velo’v: Take the time to experience Lyon’s relaxed atmosphere.** Setembro, 2011. Disponível em: <<http://www.en.lyon-france.com/Lyon/Leisure-Discovery/Velo-v>>

WAKEFIELD, J. Tomorrow's cities: Rio de Janeiro's bid to become a smart city. **BBC News.** Setembro, 2013. Disponível em: <<http://www.bbc.com/news/technology-22546490>>.

WASHBURN, D., SINDHU, U., BALAOURAS, S., DINES, R. A., HAYES, N. M., & NELSON, L. E. **Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO.** Forrester Research, Inc. Cambridge, MA. 2010. Disponível em: <http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_help_cios_und_smart_city_initiatives.pdf>.

WOOD, C. **Data Makes Dubuque, Iowa Smart and Sustainable.** Government Technology. Maio, 2013. Disponível em: < <http://www.govtech.com/Data-Makes-Dubuque-Iowa-Smart-and-Sustainable.html>>.

WOODS, E. **Smart City Progress Report: North America.** Smart Cities Council Report. 2013. Disponível em: <<http://smartcitiescouncil.com/resources/smart-city-progress-report-north-america>>.