

Considerações sobre o parecer:

A ideia do artigo é mostrar que, sendo IOT um aprofundamento do desenvolvimento das TIC, há a possibilidade de uma nova corrida tecnológica, similar àquelas decorrente do surgimento de um novo paradigma tecnológico. A última corrida tecnológica que o Brasil tentou participar foi o da informática. A IOT se assume aqui não chega a ser um novo paradigma, uma vez que, continua baseada nos princípios da informática/internet. Entretanto, abre novas oportunidades e consequentemente, possibilidades de apropriabilidade e cumulatividade. A primeira seção discute os efeitos do desenvolvimento de padrões tecnológicos abertos versus padrões proprietários (ou fechados) com o objetivo de mostrar, com base nos casos, que na corrida de IOT os padrões ainda não estão totalmente fechados, abrindo possibilidades de desenvolvimento de soluções simples, abertas e alternativas. Por outro lado, o terceiro caso mostra que em certas atividades os padrões já estão estabelecidos e não há possibilidade de entrar na corrida tecnológica. Desse modo, ainda haveria espaço para se estabelecer política industrial no sentido da liderança do Estado em direcionar e priorizar ações de desenvolvimento tecnológico baseado em IOT. A política industrial na perspectiva de desenvolvimento poderia optar por privilegiar a abertura o que implicaria ampla inclusividade de desenvolvedores e novas atividades (startups). Mas isso depende dos interesses dos executores da política.

Em outro artigo também apresentado no III ENEI se discute especificamente política industrial para IOT com base nas experiências da Política de Informática. Nele há ampla crítica ao trabalho feito pelo BNDES, indicado pelo parecerista. Consideramos inadequado fazer auto referência cruzada a este texto, nesse momento.

AS POSSIBILIDADES DE AUTONOMIA NA POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NA INTERNET-DAS-COISAS (INTERNET-OF-THINGS - IOT): TRÊS ESTUDOS DE CASO DE TECNOLOGIAS PROPRIETÁRIAS E NÃO-PROPRIETÁRIAS

Área ABEIN: Área 1- Indústria e Competitividade. 1.6 – Novos temas – Indústria 4.0, Internet das Coisas	JEL: O3 Innovation; Research and Development; Technological Change; Intellectual Property Rights O33 Technological Change: Choices and Consequences; Diffusion Processes
--	--

AUTORES:

Walter Shima	Doutor pelo IE/UFRJ e Professor do Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas (UFPR)
Antonio Eduardo Kloc	Graduado em Processamento de Dados, Mestre em Educação Científica e Tecnológica (UTFPR) e Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas (UFPR). Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná.
Emanuel Luiz Flôres da Silva	Graduado em Sistemas de Telecomunicações (IFSC) e Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas (UFPR).
Mara Angelita Nestor	Mestre em Direito (UFPR) e Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas (UFPR). Professora no Centro Universitário Dom Bosco e Advogada-Consultora da Copel Telecomunicações S/A.

Resumo: A partir da ideia de uma política industrial autônoma este artigo discute três casos envolvendo os conceitos da IOT. Especificamente, se debate a predominância dos padrões tecnológicos envolvidos no desenvolvimento de novas alternativas e soluções. A discussão é feita em torno da possibilidade de padrões estimularem e possibilitarem a inovação de forma aberta ou restritiva a partir de requisitos definidos internacionalmente. A ideia é que há possibilidades alternativas em tecnologias não-proprietárias. Mas há também tecnologias proprietárias que estão apropriadas por oligopólios globais. Há possibilidades de uma política industrial com foco em abertura e inclusão, mas é importante definir rapidamente os mecanismos institucionais e articulação do Estado. A política de informática dos anos 70/80 é um exemplo da história que pode ser repensando nessa nova política industrial de IOT.

Palavras-Chave: Internet-das-Coisas; Política Industrial; *Smart Grid*; COPEL, Robótica, padrões tecnológicos

Abstract: From the idea of an autonomous industrial policy, this article discusses three cases involving the IOT concepts. Specifically, the predominance of the technological standards involved in the development of new alternatives and solutions is discussed. The discussion is based on the possibility that standards stimulate and enable innovation in an open or restrictive way from internationally defined requirements. The idea is that there are alternative possibilities in non-proprietary technologies. However, there are also proprietary technologies that are appropriate by global oligopolies. There is scope for an industrial policy focused on openness and inclusion, but it is important to establish the institutional mechanisms and articulation of the State. The computer policy of the 1970s and 1980s is an example from the history that can be rethought in this new IOT industrial policy.

Keywords: Internet-of-Things; Industrial Policy; Smart Grid; COPEL, Robotics, technological standards

Introdução

O objetivo deste artigo é discutir as possibilidades abertas ao desenvolvimento tecnológico a partir da IOT (sigla em inglês para Internet-das-Coisas). A perspectiva é de que o desenvolvimento dessa tecnologia no Brasil implica uma política pública autônoma em que o Estado tenha uma atitude proativa na busca de mecanismos e organização institucional para propiciar tecnologias abertas e inclusivas. O artigo contrapõe o significado de usar tecnologias proprietárias frente às tecnologias abertas. A primeira favorece poucos interesses e submete o interesse público a interesses privados. A segunda permite a inclusão de diversos negócios, atividades paralelas e a produção de gerações tecnológicas na medida em que propicia *spillover*. Em outros termos, tecnologias não-proprietárias propiciam apropriabilidade, cumulatividade e oportunidade para uma gama maior de eventuais entrantes. A tecnologia proprietária também permite essas condições tecnológicas, porém, *lock-in* e *path-dependence* de alguns interesses específicos. Ao mesmo tempo, o ritmo e a direção do desenvolvimento tecnológico são ditados por esses poucos interesses privados. A ideia aqui é que a história da política industrial brasileira, especificamente a política de informática, mostra a tentativa de construir uma indústria nacional de base tecnológica estruturada, caso houvesse a continuidade e correções de ações políticas. O caso da Coreia do Sul é óbvio. A tentativa brasileira poderia ter tido sucesso, uma vez que, era o início de uma corrida tecnológica em que todos os atuais *players* líderes, mais ou menos, tiveram seu início naquele período. O fato de ter abandonado a corrida colocou o país numa posição passiva, com poucas possibilidades de atuar no mercado global. A IOT é uma nova corrida que novamente abre novas possibilidades. Os diversos segmentos não estão todos dominados e envolve uma maior complexidade, flexibilidade e possibilidades de criatividade e novos conhecimentos.

Aqui se apresentam experiências do uso da tecnologia em apoio ao desenvolvimento de práticas em IOT. Os exemplos são divididos em três *Cases*: o primeiro apresenta a experiência de criação de um Robô Desenvolvido Com Sensores, o segundo trata da criação de um Sistema de Geolocalização para Transporte Público e o terceiro elucida o Projeto de Smart Grid da Copel Energia nos Municípios de Curitiba e Ipiranga. O trabalho explora tecnologias, padrões e estratégias livres/não-proprietárias em relação a investimentos e integração de tecnologias, com o objetivo de demonstrar que práticas da Indústria 4.0 podem ser desenvolvidas por meio de soluções simples e de baixo custo, para os casos conduzidos no Curso Técnico em Informática do Instituto Federal do Paraná – Campus Telêmaco Borba, ou soluções mais complexas e de maior investimento, desenvolvidas pela Copel Energia. Os casos apresentam os aspectos técnicos que mostram as possibilidades de se desenvolver tecnologias abertas e inclusivas, mas também um caso de tecnologia proprietária. Desse modo, se verificam as possibilidades de desenvolvimento e entrada em atividades que favorecem o interesse público. Depende da perspectiva política dos *policy-makers* (no caso Prefeituras) em adotar tecnologias proprietárias ou não-proprietárias.

A primeira seção discute a ideia de autonomia na política pública e a possibilidade de se estabelecer trajetórias tecnológicas. A segunda seção discute o caso do Robô Coletor de Resíduos Recicláveis pelo Instituto Federal do Paraná – Campus Telêmaco Borba. A terceira discute o sistema de Geolocalização para Frota de Transporte Público na Cidade de Telêmaco Borba. A quarta analisa o projeto Smart Grid Copel Energia em que as tecnologias já estão apropriadas pelos oligopólios globais. Por último, a conclusão.

1. A Autonomia da Política Pública (PP) e as Restrições e Liberdades Tecnológicas

A PP se refere à decisão do Estado de atuar ou não de forma a causar o máximo bem-estar da sociedade e defender o interesse público. Nesse sentido, o Governo no poder, de acordo com o seu alinhamento ideológico estabelece as ações que visam esses dois objetivos finais. Entende-se aqui como autonomia a capacidade do Governo de tomar decisões desalinhadas com interesses econômicos e políticos diretos e/ou específicos de grupos sociais/econômicos. Trata-se de uma posição de liderança de PP em que o Estado é o carro-chefe das decisões que podem afetar (ou não) esses interesses no sentido mais geral. Mais especificamente, autonomia se refere às decisões de natureza econômica e política em

busca do desenvolvimentismo, que significa industrialização (no sentido amplo de aumento da complexidade e produção de valores) e busca de capacitações liderada por interesses nacionais capazes de se articular para confrontar a competição global. Essa é uma agenda que pode implicar ações de política industrial (PI) verticais (diversos instrumentos a favor do estímulo a setores industriais definidos como estratégicos como também mecanismos de criação de setores estratégicos inexistentes). Em síntese, autonomia (Evans, 2004) se refere à capacidade de incentivar os setores capazes de aumentar a complexidade tecnológica da economia como um todo e não favorecer os capitais em específico.

A história da PI brasileira é marcada por intermitência das ações, momentos de ações claras e forte do Estado e momentos de abandono e descaso com a indústria nacional em razão dos mais diversos motivos. O último momento de grande PI foi o II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento) de 1974, que teve seus efeitos expansivos até início dos anos 80. Na sequência, o país entrou exclusivamente no combate à inflação que somente foi debelada com o Plano Real em 1994. Um dos elementos chaves dessa estabilização foi a âncora cambial que manteve o câmbio valorizado até o presente, levando ao longo desses 20 e tantos anos a um processo crescente de perda de competitividade das exportações de manufaturados. Entretanto, aproveitando o período de crescimento mundial, em 2004, foi lançada a Pitce (Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior); em 2008 a PDP (Política de Desenvolvimento Produtivo) e em 2010 o Plano Brasil Maior, que foram todas continuidades. Ao mesmo tempo, foi estabelecido o planejamento e orçamento para diversas obras de infraestrutura (rodovias, portos e aeroportos, habitação, obras da Copa do Mundo 2014, etc.) pelo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e também houve promoção do crédito ao consumo, o que estimulou fortemente a importação de bens de consumo duráveis e não-duráveis, dado o câmbio valorizado que levou grande parte da indústria de bens de consumo duráveis a atuar no regime de importação CKD e SKD¹. A consequência foi o fechamento de grande parte da indústria nacional e também o aumento do componente importado da indústria remanescente. O resultado foi o crescimento do PIB de 7,6% em 2010, 4% em 2011, 1,8% em 2012, 2,7% em 2013 e na sequência foi zero ou negativo. Independente da variação esse período em geral é marcado por pleno emprego, com desemprego da ordem de 6%.

Esse breve histórico significa dizer que sempre houve crescimento significativo a partir de decisões explícitas do Estado de implantar PP (no caso, PI entre todas as demais políticas nas áreas sociais, de educação, saúde, segurança, relações internacionais, etc.). Essas intervenções de PP são sempre marcadas pelos interesses políticos e econômicos que definem o contorno das ações e estabelecem o que *foi possível fazer*. Portanto, as PP e seus resultados assumirão um formato possível decorrente dos interesses em jogo e da visão dos formuladores de políticas. O resultado final será mais ou menos bem-estar e algum grau de preservação (ou não) do interesse público.

A essa perspectiva é importante para direcionar a discussão a respeito de uma PP relativa o desenvolvimento de padrões tecnológicos. A consolidação de uma dada tecnologia no mercado no sentido de se tornar padrão e impor o seu uso exclusivo tem duas possibilidades. Uma é exclusivamente competitiva, decorrente das melhores estratégias mercadológicas, de marketing, de formação de redes tecnológicas, etc. Essa possibilidade implica uma corrida entre os produtores e vence aquele que tem a melhor estratégia e não necessariamente a melhor tecnologia. O vencedor leva o mercado todo (Varian, Hal & Shapiro, 1999). Exemplos clássicos são: padrão dos tipos da máquina de escrever, QWERT x DVORAK (diz a literatura técnica que o DVORAK era melhor); vídeo VHS x BETAMAX (o BETAMAX tinha melhor qualidade); corrente contínua (CC) x corrente alternada (AC); motor a combustão x motor elétrico; BLU RAY x HD-DVD, etc. A segunda possibilidade tem a ver com a consolidação de um padrão a partir da decisão de PP de privilegiar ou não uma tecnologia. Ou seja, não se trata de uma estratégia exclusiva de mercado, mas sim de uma visão da PP de privilegiar uma ou outra tecnologia pelos mais diversos motivos, entre eles o de acreditar que determinadas tecnologias podem gerar o máximo de efeitos *spillover*. Por exemplo, oficialmente, no Brasil, apesar de bastante discutível, a adoção do padrão japonês de TV digital seria o que traria melhores benefícios em termos de mais

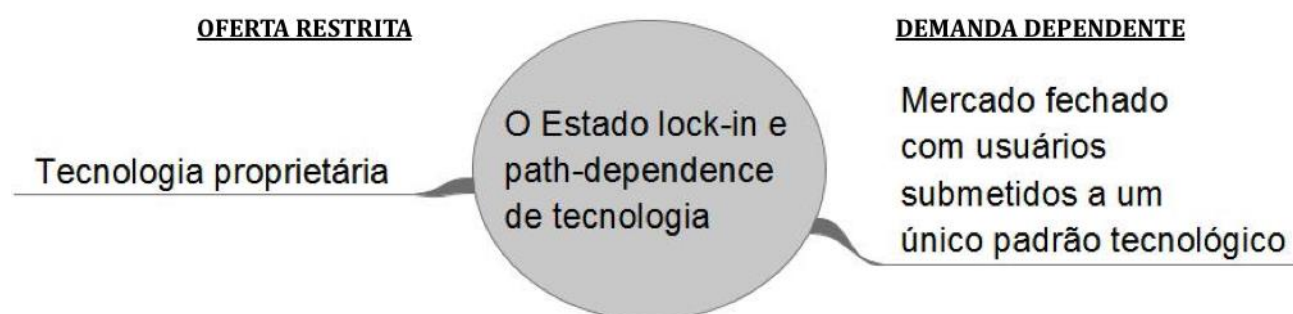
¹ CKD (*completely knocked down* ou *complete knock-down*) refere-se ao kit completo de um produto que precisa ser montado. O kit costuma ser importado e montado no país e as empresas, a depender da legislação, podem vendê-lo como produto nacional. SKD (*semi knocked-down*) refere-se ao kit incompleto (Pessali & Shima, 2015).

desenvolvimento e capacidade de gerar tecnologias próprias nacionais; nos anos 70 se adotou o sistema PAL-M de TV a cores em detrimento do NTSC; a compra de tecnologia alemã de energia nuclear em detrimento da japonesa, etc. Teoricamente, pela avaliação dos formuladores de política à época, esses padrões escolhidos pela PP seriam os que mais beneficiariam o mercado nacional em termos de propiciar o surgimento e desenvolvimento autônomo de outras tecnologias nacionais complementares. Ou seja, permitiria o desenvolvimento de externalidades positivas com amplos efeitos *spillover*.

Portanto, a maximização do bem-estar a partir de uma PP sobre adoção tecnológica no lado da demanda, se refere a criar mecanismos que facilitem e tornem as tecnologias amigáveis. Na mesma linha interesse público se refere a adoção da tecnologia que garante liberdade aos usuários no sentido do uso e incorporação de mudanças geracionais que implicam melhorias e novas funcionalidades. Ao mesmo tempo, do lado da oferta isso significa liberdade e variedade de novos produtores para diversas fases e complementariedades das tecnologias. Se a PP sobre adoção tecnológica tem uma visão de liberdade, então decidirá pela tecnologia aberta em que os produtores/desenvolvedores poderão ofertar as suas diversas possibilidades que dependem exclusivamente da sua criatividade e conhecimento. Certamente os usuários terão melhorias contínuas, facilidade e abundância de oferta (haverá cumulatividade, ao mesmo tempo em que permite apropriabilidade e consequentemente oportunidade – Malerba & Orsenigo, 1996). Se a PP tem uma visão de privilegiar uma tecnologia específica, então atenderá interesses dos produtores específicos dessa tecnologia e os usuários não terão garantia sobre a existência de concorrência na oferta de diversos módulos e melhorias, uma vez que, estas dependerão da decisão exclusiva desse usuário de produzi-las ou não. Nesse sentido, a tecnologia fica atrelada ao padrão tecnológico estabelecido por uma decisão de PP e, consequentemente, todos os seus desenvolvimentos futuros dependerão de um único produtor que estabelece uma *path-dependence* da sua tecnologia, conforme ilustrado na

Figura 1.

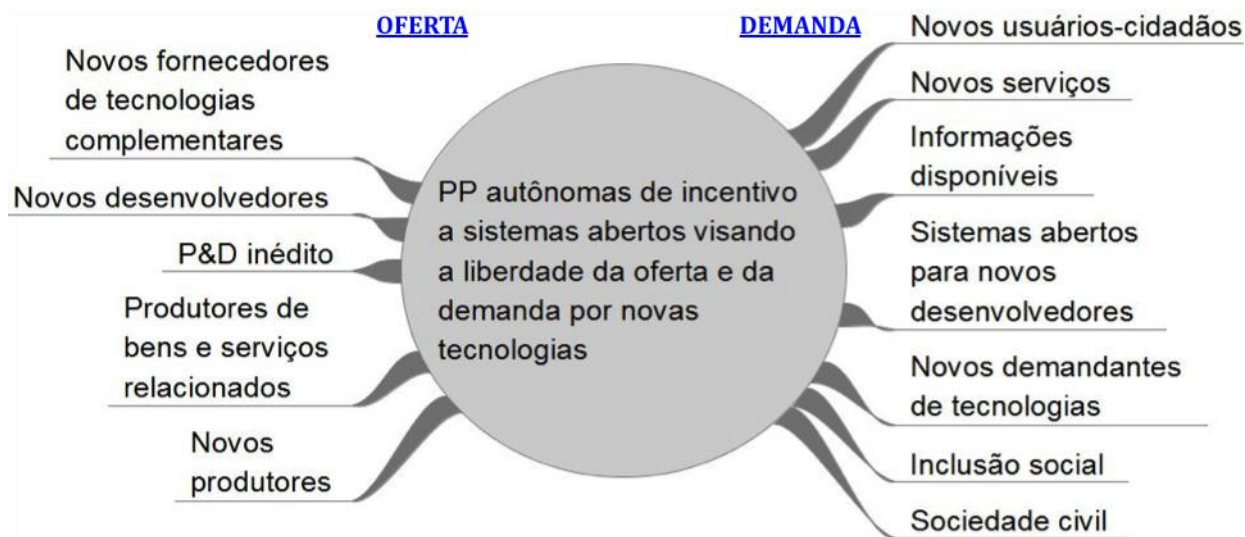
Figura 1: O Estado refém de uma tecnologia traz a consequência do pouco desenvolvimento, dadas a oferta restrita e a demanda dependente.



Fonte: elaboração própria

Desse modo, o desafio da PP é escolher uma tecnologia que maximize o bem-estar e preserve o interesse público do lado da demanda e consequentemente estimule a dinâmica inovativa e competitiva da oferta, com a possibilidade de incorporar mudanças incrementais advindas de diversos ofertantes. Cria-se assim a possibilidade de se desenvolver um conjunto de produtores de novas tecnologias nas mais diversas etapas e objetivos correlacionados. Uma PP autônoma, com foco em liberdade incentiva a criação de um complexo tecnológico de fornecedores, desenvolvedores, P&D inéditos, produtores de bens e serviços relacionados à tecnologia, uma instância do Estado usuária da tecnologia, novos usuários cidadãos, entre outros benefícios. Este cenário é ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Complexo tecnológico advindo de uma política pública autônoma com foco em abertura para o desenvolvimento.



Fonte: elaboração própria

1.1 As Possibilidades Abertas ao Desenvolvimento Tecnológico a partir da IOT e as Perspectivas para *Smart Cities*

A partir das novas tecnologias atuais baseadas em informação o conhecimento é o fundamento central da produção industrial (no sentido amplo) que abre um conjunto de oportunidades produtivas que não estão necessariamente relacionadas à produção física originadas em setores industriais tradicionais geralmente dominados por grandes firmas oligopolizadas, ditadoras do ritmo e da dinâmica inovativa dominante. A grande mudança a partir da IOT (sigla em inglês para Internet-das-Coisas) é que elas integram a produção industrial com um conteúdo informacional muito mais intenso do que na exclusiva Economia da Internet. Desse modo, trata-se de uma nova dinâmica econômica que está ainda nos seus primeiros passos e que, portanto, gera um conjunto de oportunidades ainda desconhecidas. O significado disso é a possibilidade de as economias locais tentarem participar, com êxito, de uma nova corrida tecnológica. Nesse segmento os setores industriais ainda não estão plenamente definidos, apesar das grandes firmas globais de TI já estarem atuando não há domínio no sentido de estar estabelecido padrões tecnológicos e a possibilidade de criatividade está aberta. Isso é importante de ser destacado porque a última corrida tecnológica em que o Brasil iniciou a sua participação foi a da informática nos anos 70/80. Essa corrida foi abandonada já em meados dos anos 80 e foi ganha pelos atuais players já conhecidas originárias dos países desenvolvidos. Mas nessa corrida, nas mesmas condições que o Brasil, um competidor a ser destacado era a Coreia do Sul, cujo sucesso é óbvio. Ela continuou na corrida fazendo política industrial/tecnológica e o Brasil desistiu. Naquele tempo, a informática também dava os primeiros passos e a trajetória a ser estabelecida era incerta, assim como o é hoje para a IOT.

Assim, estão dadas as três condições básicas estabelecidas para o sucesso da inovação, no caso a produção e desenvolvimento de soluções, ideias e produtos com base em IOT:

Oportunidade: não há padrões tecnológicos estabelecidos, o volume de informações será crescente e será necessário o desenvolvimento de tecnologias mais robustas para a integração e compartilhamento, novas possibilidades de negócios explorando serviços e produção de novas tecnologias e equipamentos serão necessários, do ponto de vista dos negócios novas ferramentas de inteligência competitiva serão necessárias, etc.

Cumulatividade: Nota-se que na medida em que novos desenvolvimento e oportunidades surgem, gerações de ferramentas, melhorias e mudanças serão cada vez mais necessárias, uma vez que, aumenta a complexidade. A criatividade está aberta para o desenvolvimento de diversas gerações tecnológicas.

Apropriabilidade: Essa é a condição mais delicada considerando o que foi exposto acima a respeito da *path-dependence*. Porém, na medida em que se estabelece um sistema aberto o ponto essencial é que o ambiente econômico se torna mais propício ao surgimento de mais oportunidades para um

conjunto maior de empreendedores e não que ele esteja apropriado por grandes firmas que passam a ditar a trajetória da cumulatividade.

Do ponto de vista específico da IOT novos cuidados e fundamentos devem ser amplamente levados em conta. Uma vez que, em parte importante IOT, se trata da operação e evolução do conceito de *Smart Cities* e, portanto, envolve a integração de um conjunto amplo e heterogêneo de sistemas com diversas arquiteturas para diversas finalidades e instalações urbanas, o cuidado da PP com a abertura, flexibilidade e integração é determinante. Dada a diversidade de possibilidades de soluções para o uso em *Smart Cities* estimula-se o desenvolvimento de novos ofertantes de diversas soluções e aplicativos, assim como o surgimento de diversas pesquisas em tecnologias IOT.

Desse modo, considerando essa complexidade envolvendo *Smart Cities*, segundo Gluhak (2016), estão postos sete desafios chaves para o desenvolvimento das IOT. A seguir seguem os sete desafios com algumas considerações adicionais:

Superar o *lock-in* em relação aos fornecedores: A falta de padrões e sistemas interoperáveis dificulta aos formuladores de política comprometer a cidade com soluções específicas sem o risco de *lock-in* com um ou outro sistema fechado. Ao mesmo tempo, num determinado momento inicial é difícil a avaliação sobre as necessidades futuras de expansão e integração sem que isso implique gastos adicionais elevados por conta do *lock-in*. Ou seja, pagamentos adicionais ao detentor da tecnologia proprietária. Em geral, as cidades acabam de uma ou outra forma ficando *lock-in* por conta da decisão tecnológica ou relutam (por esse mesmo motivo) em investir em infraestrutura inteligente dificultando o desenvolvimento de um mercado aberto, conforme a Figura 2.

Superar o *lock-in* entre os desenvolvedores das cidades: Dado o desafio anterior é possível também que as soluções e a arquitetura de sistemas podem variar amplamente de formato entre as cidades. O grande desafio para os desenvolvedores de IOT é desenvolver e operar um serviço que tenha sido inicialmente desenvolvido para uma cidade e possa ser replicado, interoperável e intercambiável entre cidades de forma que a abertura permita o aumento de oportunidades a partir do ganho de escala.

Conhecer as reais necessidades dos cidadãos: Este é o ponto central ao se discutir autonomia da PP e defesa do interesse público. Nesse sentido, a PP deve estar atenta para a institucionalização de instâncias participativas da sociedade civil. Tradicionalmente, em geral, ocorre que os serviços, os desenvolvimentos e os sistemas são definidos na perspectiva exclusiva das autoridades, numa relação de cima para baixo, que muitas vezes são entregues a interesses privados que se apropriam de toda a sua gestão tornando o interesse público seu refém.

Compartilhar a infraestrutura de IOT para o uso em novos negócios: Considerando que há riscos de *lock-in* é necessário estabelecer sistemas abertos de forma a propiciar a entrada de diversos ofertantes conforme a Figura 2. O importante é que os modelos de negócios possam propiciar cumulatividade, conforme dito acima. Ou seja, é importante que os ofertantes possam ter novas oportunidades de explorações secundárias de negócios na medida do surgimento e desenvolvimento dos sistemas.

Quantificar os benefícios sociais e econômicos: os impactos das soluções baseadas em IOT para *Smart Cities* vão além dos econômicos, são também sociais e ambientais. Entretanto, dada a diversidade dos impactos e eles ainda são difíceis de serem mensurados. A falta de uma estrutura de avaliação que capture os benefícios socioeconômicos de forma mais holística e acompanhar sua evolução é um grande desafio dificulta o investimento.

Compartilhar mais do que apenas dados abertos: é necessária uma discussão mais ampla sobre a abertura dos dados. Há falta de incentivos e confiança do mercado e dos cidadãos para o compartilhamento dos dados. Falta ainda uma institucionalização do que seja abertura e compartilhamento dos dados.

Agilizar o desenvolvimento de políticas: apesar das promessas que a IOT coloca para o rápido desenvolvimento de *Smart Cities* trata-se de uma área muito pouco inexplorada. As decisões políticas em torno do tema têm sido tomadas com base em adivinhações ou relatórios encomendados que levam a respostas atrasadas ou decisões sem bases concretas. A falta de transparência nos processos nas diferentes da cidade, de metodologias e ferramentas de avaliações de impactos e de políticas, vem atrasando a evolução neste tema.

Com base nesses fundamentos a seguir são relatados 2 estudos de caso de desenvolvimento tecnológico aberto e um proprietário. Os casos têm um relato de natureza bastante técnica, mas essa abordagem é importante, na medida em que em cada fase da construção do produto será indicado as possibilidades de se adotar tecnologias abertas ou proprietárias. Estas tecnologias não estão todas em uso comercial, mas são protótipos do que se poderia desenvolver a partir de uma PP focada em abertura para *Smart Cities*. Obviamente, seriam necessários mais estudos técnicos, mas são exemplos de que IOT tem muito foco e possibilidades a partir de ideias criativas.

2. CASE 1: O Desenvolvimento do Robô Coletor de Resíduos Recicláveis pelo Instituto Federal do Paraná – Campus Telêmaco Borba

O foco principal do projeto foi o uso da robótica para fins lúdicos e didáticos. Especificamente, buscou-se alternativas didáticas para envolver diferentes conteúdos na área de informática e ofertar oficinas com uso de ferramentas tecnológicas. Do ponto de vista do desenvolvimento do produto o objetivo central foi o de identificar e aplicar tecnologias com base em sensores para o desenvolvimento e conexão de dispositivos. O robô foi construído com uso de tecnologia proprietária *LEGO® Mindstorms™ NXT*, porém, os materiais utilizados poderiam ter sido substituídos por produtos tecnológicos reciclados, o que indica a abertura da proposta em termos de aliar tecnologia alternativas/proprietária. O robô foi desenvolvido para percorrer qualquer superfície plana em busca de resíduos sólidos descartados de forma incorreta.

2.1 Etapas de desenvolvimento

Etapa 1 – Abordagem Inicial: a primeira etapa para o desenvolvimento do robô ocorreu com a abordagem de elementos técnicos sobre a Indústria 4.0, como: Computação em Nuvem, IOT, Mobilidade, Interface Humano-Máquina, Tecnologias de Detecção e Localização e Sensores Inteligentes. Exemplos foram apresentados como atributos para a produção do projeto, dentre eles, diferentes atividades elaboradas por modelos robóticos na Indústria e na vida diária de pessoas.

Etapa 2 – Projeto: nesta etapa se elaborou o projeto do robô coletor de lixo reciclável e a definição das funcionalidades desejadas. O design do robô foi realizado utilizando a linguagem de programação *SuperLogo 3.0*, linguagem *Open Source*, disponibilizada pelo Núcleo de Informática aplicada à Educação – NIED Unicamp. Portanto, mais um elemento componente da perspectiva de abertura tecnológica.

Etapa 3 – Construção do robô: nesta etapa os principais componentes eletrônicos foram identificados e testados. As características de todos os componentes foram detalhadas em documentado específico, bem como os requisitos e lista de funcionalidades para a compreensão de todos os equipamentos e sensores. As fontes de pesquisas foram manuais e fóruns na internet. O robô foi construído nesta etapa e os testes de laboratório foram realizados (Figura 3).

Figura 3 - Robô móvel com kit *LEGO® Mindstorms™*



Os componentes eletrônicos identificados e configurados foram os seguintes:

1. Sensor de som: percepção de sons.
2. Display: apresentação das configurações dos principais comandos.
3. Motores necessários para a movimentação do robô.
4. Sensor ultrassônico: percepção de obstáculos.
5. Sensor de toque: aciona as garras quando um objeto aciona o botão.
6. Sensor de luz: percebe diferentes cores e detecta a trajetória do robô.

Os componentes descritos acima são todos registrados e sua comercialização segue patentes internacionais registradas por grupo LEGO®, empresa dinamarquesa fundada em 1932 (LEGO, 2018).

O núcleo de processamento utilizado foi o “*SmartBrick*”, que representa o cérebro do componente. Este componente possui quatro entradas e três saídas que manipulam quatro sensores e três motores. A arquitetura é composta por um Microprocessador ARM7 de 32 bits, 256kb de memória, uma tela LCD e uma caixa interna de som (LEGO, 2008). Estes componentes podem ser encontrados em outras plataformas ou em material tecnológico reutilizado (reciclado).

Esta tecnologia, também segue padrões de patentes internacionais registrados pelo grupo LEGO®. Neste segmento tecnológico, é possível destacar outras tecnologias disponíveis no mercado, como alternativas para desenvolver dispositivos eletrônicos para a construção de robôs, entre eles é possível citar a plataforma Arduino, que é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software. Essa plataforma segue padrões de licença de software GNU Lesser General Public License - LGPL e General Public License GPL e hardware em Creative Commons (ARDUÍNO, 2018), que são licenças aprovadas pela Free Software Foundation (FSF) e asseguram os direitos do autor ou desenvolvedor, todavia com menores restrições de uso e replicação, para o desenvolvimento de sensores, protótipos e outros dispositivos eletrônicos. Todavia algo que deve ser destacado na plataforma Arduino, refere-se ao microcontrolador (circuito integrado, que representa o centro do processamento eletrônico) da placa; este é produzido pela empresa Atmel AVR, um grande player internacional fabricante de semicondutores, outros dispositivos também são de fabricantes de semicondutores.

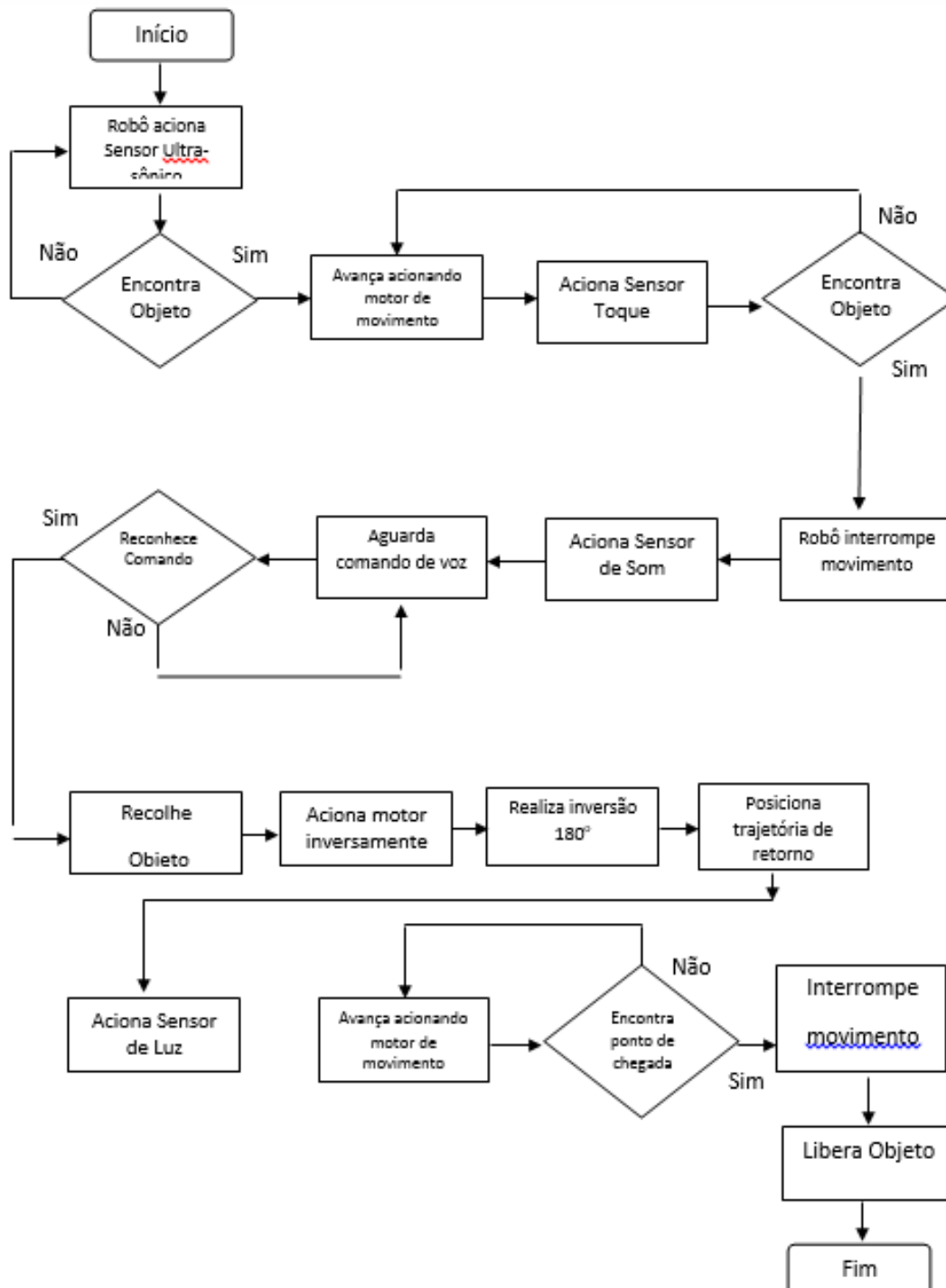
Quanto a possibilidade de trabalho com tecnologias nacionais, no dia 27 de fevereiro de 2018, por meio da Portaria 939, o Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC, 2018) reconheceu o microcontrolador ZR16S08 como produto nacional. Os desenvolvedores são a Santa Maria Design House (SMDH), ligada à Fatec e ao Grupo de Microeletrônica da UFSM (GMicro), a Chipus Microeletrônica S.A. e a C&P Projetos Eletrônicos LTDA. Este microcontrolador nacional com design e arquitetura proprietária, permite o desenvolvimento de produtos com uso de tecnologia nacional

Outras possibilidades para desenvolver projetos voltados à robótica são de baixo custo, voltados a aspectos de sustentabilidade e TI Verde podem ser elaborados material tecnológico reutilizado (reciclado).

Etapa 4 – Programação e conexões: a utilização de comandos estruturados e tutoriais e codificação foram realizadas com a ferramenta LabVIEW (ferramenta de programação proprietária, que segue regras de patentes e registros). O fluxograma de atividades do robô é apresentado na Figura 4 e o ambiente gráfico de programação é ilustrado na Figura 5. Os ícones indicam as tarefas que serão realizadas e ações de movimentos e ativação de sensores. A sequência da tarefa foi definida com movimentos, execução do programa, sensores e fluxo de tarefas. O ambiente de programação é constituído por blocos que foram utilizadas para realizar as operações e os comandos foram executados de acordo com a sequência dos mesmos. Cada bloco desempenha uma função específica, como mover motores, exibir uma mensagem, ativar um sensor de som, toque, movimento ou medir a distância. A combinação de vários blocos determinou os movimentos do robô. Algumas atividades ilustram a acessibilidade e facilidade para o desenvolvimento de programas por meio de divisão modular e refinamentos sucessivos, de acordo com a necessidade de tarefas executadas pelo robô. O valor das técnicas como refinamento passo a passo (WIRTH, 1971) e a interpretação de código fonte e tutoriais estruturados (YOURDON, 1989) também tornaram o desenvolvimento de programas mais instrutivo para

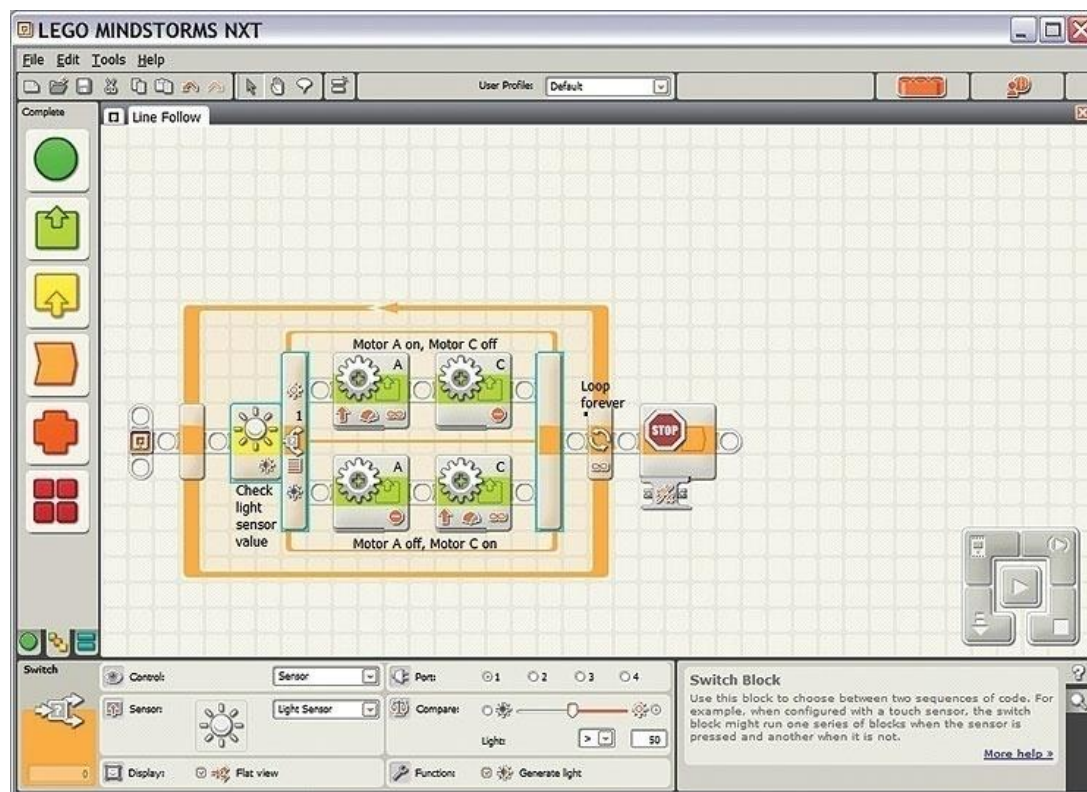
os alunos. Essa descrição de natureza exclusivamente técnica indica que o ponto fundamental é a inteligência no sentido da competência em programação. Quanto ao software para a programação do robô, a alternativa possível é a linguagem JAVA, não proprietária que segue regras da GNU General Public License/Java Community Process, gratuita e com código fonte aberto para desenvolvimento de aplicações.

Figura 4 – Fluxograma descrevendo as tarefas do robô móvel



Fonte: Elaboração própria

Figura 5 – Ambiente de Desenvolvimento NXT LabVIEW



Fonte: elaboração própria

Esse caso que teve como objetivo o aprendizado em programação demonstra que o determinante do desenvolvimento é o conhecimento. São possibilidades que aliam tecnologias proprietárias com desenvolvimento aberto e soluções alternativas. A perspectiva de aplicabilidade numa escala para *Smart Cities* obviamente implicaria mais P&D, que poderia ser feita numa conjugação entre firmas/estado(prefeituras) /universidades, mas a forma de fazer e a abordagem de se ter uma solução aberta depende da perspectiva política da PP em privilegiar a abertura ou interesses específicos de tecnologias proprietárias.

3. CASE 2: Sistema de Geolocalização para Frota de Transporte Público na Cidade de Telêmaco Borba.

O crescimento da frota de veículos nos centros urbanos, compromete a logística para o controle do transporte público e a gestão da mobilidade por agentes públicos. Neste contexto, o controle de frotas não ocorre de forma eficiente em muitas cidades, ocasionando problemas com segurança, fluxo e eficácia no transporte público. Informações como horários, rotas e controle de vias são necessárias para o acesso de usuários e gestão do tráfego. Por outro lado, os *smartphones* são acessíveis e podem disponibilizar tecnologias para essa gestão, como: aplicativos orientados por Sistema de Geoprocessamento Global (GPS), além de câmeras e sensores para geoprocessamento (MANCHA, 2016; SOUZA Junior et. al. 2014). A proposta deste caso é desenvolver um aplicativo mobile para controle da frota no transporte público no Município de Telêmaco Borba, no Estado do Paraná, por meio de geolocalização.

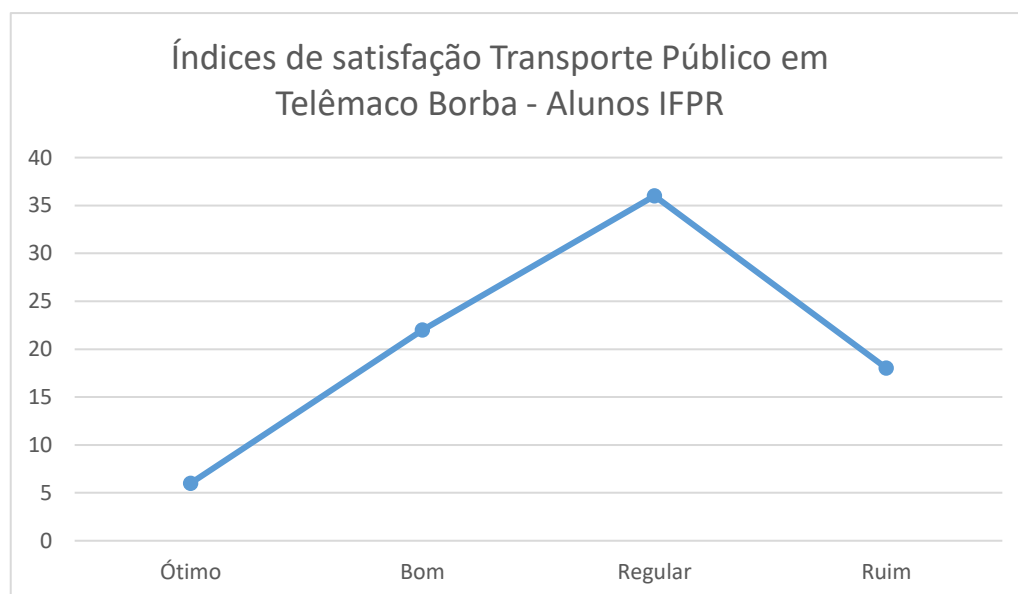
O objetivo geral é criar um aplicativo para *smartphones* que monitora informações sobre rotas e horários de transporte público. Este aplicativo disponibiliza ao usuário, por meio de relatórios em tempo real estas informações, orientando de forma eficiente o uso da frota pública urbana. Este objetivo pode ser desdobrado em ações específicas para o desenvolvimento do aplicativo, são elas: apresentar os locais para onde há pontos para parada de ônibus, calcular o tempo de viagem, demonstrar quanto tempo o ônibus levará para chegar até o ponto de chegada.

Este sistema para geolocalização consiste em um aplicativo e um servidor web que serão desenvolvidos por meio de serviços oferecidos na Internet. O aplicativo emitirá informações de localização por meio de endereços MAC dos equipamentos (ônibus e usuários), que informará a localização dos *smartphones* para o servidor, que fará o controle das rotas. O usuário solicitará informações sobre as rotas e posição georreferenciada do ônibus e receberá informações atualizadas sobre a viagem.

O projeto para desenvolvimento do aplicativo teve início em março de 2018, com alunos do terceiro módulo do curso técnico em informática. Seguindo a metodologia proposta, todos os alunos da turma foram convidados a participar do projeto. A partir do grupo que demonstrou interesse, realizou-se uma reunião para o levantamento de requisitos e definição de estratégias e ferramentas para a análise, modelagem e programação do aplicativo. Neste momento, temas como Mobilidade Urbana, Tecnologias e *Smart Cities* foram abordados e direcionados como pesquisas para os participantes do projeto. Sendo assim, o projeto foi organizado por meio de etapas, são estas:

Etapla 1 – Levantamento de requisitos: para o início das atividades foi realizado um estudo prévio, com os alunos, acerca da frota de veículos, que envolveu ano de fabricação do veículo, horários de ônibus, números de pontos de parada, cobertura dos bairros e satisfação dos usuários. Os dados coletados apresentam o nível de satisfação dos usuários (alunos do Instituto Federal do Paraná - IFPR, em relação a diferentes fatores apresentados, dentre eles: o atraso nos horários de chegada nos pontos de parada e rotas disponíveis (Figura 6). A pesquisa foi realizada com alunos que utilizam o transporte público na cidade de Telêmaco Borba. Neste contexto, acredita-se que o desenvolvimento do aplicativo poderá contribuir com a melhoria do transporte público na cidade.

Figura 6 – Avaliação transporte público Telêmaco Borba por alunos do IFPR

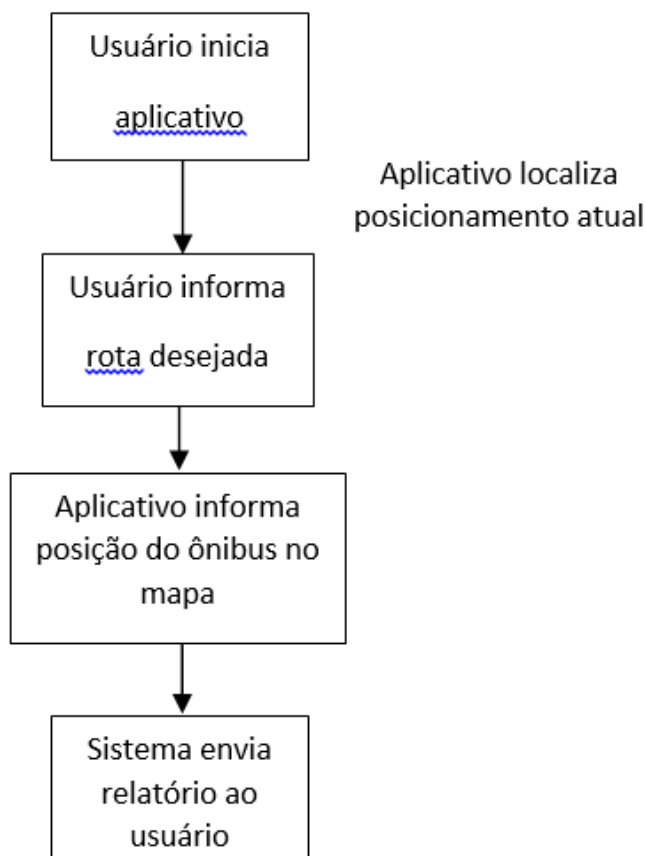


Fonte: elaboração própria

Etapla 2 – Levantamento das funcionalidades do aplicativo e plataformas para geolocalização: nesta etapa foi realizada uma pesquisa dos dispositivos de navegação disponíveis, entre eles: Waze, Google FourSquare, Citymapper e Google Latitude. Todos os aplicativos são proprietários e não disponibilizam código fonte para pesquisa e desenvolvimento de outras plataformas. Existem outras tecnologias que disponibilizam serviços de geolocalização, como: MIT VTrack, sistema para estimativas de tempo de viagem e configuração de rotas, com uso de um modelo de mapa baseado em Cadeia de Markov e um método de interpolação para estimar tempo de viagem (Thiagarajan et al. 2009) e Mobile Millennium, que usa aprendizagem de máquina e grandes repositórios de dados para verificação de condições de tráfego

para metrópoles (Hunter et al., 2011), todos são aplicativos para dispositivos móveis. Foi desenvolvido nesta etapa um fluxograma que apresenta as transições entre as classes e os eventos que provocam as ações. Assim, é possível observar de forma prévia algumas funcionalidades do Sistema.

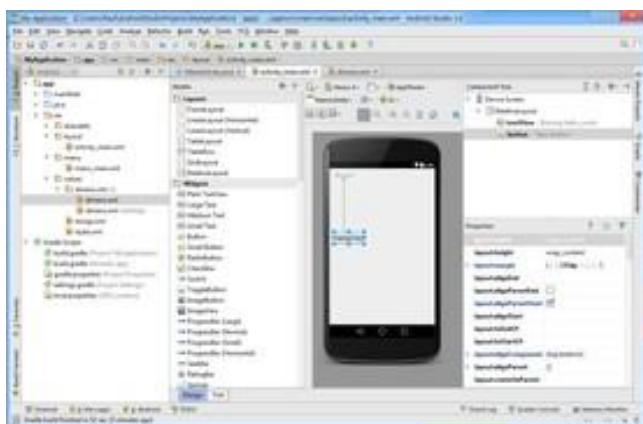
Figura 7 – Diagrama de transição de solicitação de rotas do usuário



Fonte: MANCHA et. al. (2016)

Etapa 3 – Prototipação e definição da linguagem para programação: nesta etapa foi realizada a prototipação (design gráfico do aplicativo) e definida a ferramenta para desenvolvimento do aplicativo (Figura 8). Optou-se por utilizar a ferramenta para programação em dispositivos móveis *Android Studio*, que é disponibilizado gratuitamente com licença *Apache 2.0*. Esta licença permite o uso e distribuição do código fonte tanto no *software open source* como no *software* proprietário (APACHE, 2018). O software utilizado para a criação gráfica foi *GIMP (GNU ImageManipulationProgram)*, programa de código aberto utilizado para criação e edição de imagens e desenho vetorial. Autorizado e licenciado por *GNU GENERAL PUBLIC LICENSE - Copyright (C) 2007 Free Software Foundation*.

Figura 8 – Projeto gráfico do aplicativo



Fonte: elaboração própria

Mais uma vez ficou evidente a possibilidade de desenvolvimento de soluções que não implicam equipamentos e produção industrial no sentido estrito. É uma solução que da mesma forma que a anterior implica inteligência e criatividade. Esse desenvolvimento não implica necessariamente uma política industrial no sentido do desenvolvimento de algum setor da economia, mas é uma possibilidade que pode ser adotada por *Smart Cities* e melhoram a vida dos cidadãos. Fica explícito que tentativas de municípios de comprar soluções proprietárias dessa natureza efetivamente atendem outros interesses que não o do público.

4. CASE 3: Projeto *Smart Grid* Copel Energia: tecnologias já apropriadas pelos Capitais Globais

A Copel, nos últimos dez anos, tem se voltado ao desenvolvimento e implementação de projetos destinados a modernização tecnológica e de telecomunicações para *Smart Cities*, na sua área de atuação. Para tanto, antes de tratar do projeto *Smart Grid*, especificamente, faz-se necessário traçar um panorama geral da constituição do grupo econômico e ramos em que atua. Ao longo dos últimos 60 anos A Copel - Companhia Paranaense de Energia construiu um conglomerado de empresas que prestam serviços públicos (geração, transmissão e distribuição de energia elétrica) e exploram atividades econômicas (telecomunicações, comercialização, energia eólica, gás e etc.).

Por meio da Copel Telecomunicações S.A a Copel foi à primeira empresa do setor elétrico a ser autorizada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) a operar no Setor de Telecomunicações. Para concretizar esta atuação passou a destinar investimentos em infraestrutura de telecomunicações expandindo sua malha de *backbone* de fibra óptica nos 399 municípios do Estado. Ou seja, o Estado possui 100% de cobertura dos municípios paranaenses, com 27 mil quilômetros de cabos lançados.

Estes investimentos em infraestrutura permitiram à Copel Telecomunicações S.A, em 2002, obter autorização para exploração de Serviços de Comunicação Multimídia (SCM), detendo relações de prestação de serviços, no varejo, com mais de 50 mil clientes corporativos e comerciais. Essa estratégia de expansão é importante na medida em que viabiliza o uso da infraestrutura de telecomunicações como facilitadora na prestação de serviços públicos, bem como viabilizar a implementação de novas tecnologias ligadas a *Smart Grid*.

4.1 Etapas inicial do Projeto

O projeto *Smart Grid* vem sendo desenvolvido como piloto no Estado do Paraná, utilizando a infraestrutura de telecomunicações, por meio de fibra óptica, padrões de distribuição de sinais por radiofrequência (802.15.4g – Wi-SUN) e tecnologia da informação destinada à implementação de um sistema integrado contendo: redes de comunicação para automação, redes de comunicação para

infraestrutura avançada de medição e medidores de energia elétrica inteligentes (Wi-SUN Alliance, 2018b).

O projeto inicialmente estava circunscrito a alguns bairros isolados em Curitiba e na Região Metropolitana de Curitiba, com pouco mais de 2.000 unidades consumidoras. Foi ampliado em 2018 e será implementado em todo Município de Ipiranga (área urbana e rural), localizada na região central do Paraná, com as seguintes características: são 5.074 unidades consumidoras (UC), sendo 2.160 urbanas e 2.914 rurais (Figura 9):

Figura 9 - Municípios do Paraná atendidos por iniciativas de Smart Grid



Fonte: Companhia Paranaense de Energia

Operacionalmente, o Projeto *Smart Grid* demanda a substituição dos medidores eletromecânicos e eletrônicos pelos denominados medidores inteligentes, que permitem as seguintes funcionalidades:

- Medidores com endereço IP transparente (independente de protocolo) e interface Ethernet;
- Leitura remota (*billing*), com envio da página fiscal do medidor a cada 15 minutos e memória de massa do medidor quatro vezes ao dia;
- Suspensão e religamento remoto;
- Outras integrações (URA, operação, etc.).

Além das facilidades operacionais, há outras vantagens como a integração da geração distribuída, transmissão, distribuição e automação residencial/comercial. É possível destacar alguns benefícios da *Smart Grid* por meio de banda larga como a dimensão e peso pequenos, isolamento elétrica, imunidade à interferência e ruído, custos baixos (potencialmente), segurança de sinal, confiabilidade do sistema e facilidade de manutenção.

O Projeto *Smart Grid*, irá viabilizar outro projeto essencial previsto pela Lei 10.848/04, denominada de Geração Distribuída, que se constitui na geração de energia elétrica realizada junto ou próxima do consumidor, sem considerar potência, tecnologia e fonte de energia, podendo-se utilizar resíduos combustíveis, painéis fotovoltaicos entre outros recursos, pois inserirá o excedente de energia no sistema elétrico interligado, minimizando os riscos de dependência de recursos hidrológicos.

4.2 Alianças para o Desenvolvimento do Padrão Tecnológico Adotado

Embora muitas tecnologias estejam envolvidas na oferta de serviços ligados a Smart Grid neste caso é abordado o padrão IEEE 802.15.4g, reconhecido internacionalmente como padrão Wi-SUN. Este projeto é liderado pela Wi-SUN Alliance, organização composta por diversas instituições de mercado, que representam países como a Austrália, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, Estados Unidos da América, Índia, Japão, além dos países integrantes da União Europeia (Wi-SUN Alliance, 2018a; Wi-SUN Alliance, 2018b).

As empresas se vinculam ao consórcio por meio de quatro categorias:

- *The Wi-SUN Promoter Member Companies* (Empresas-Membro Promotoras do Wi-SUN);
- *The Contributor Member Companies* (Empresas-Membro Colaboradoras);

- *The Adopter Member Companies* (Empresas-Membro Adotantes) e;
- *The Observer Member Companies* (Empresas-Membro Observadoras).

Dentre as gigantes do consórcio Wi-SUN Alliance estão multinacionais como:

- Promotoras *Analog Devices, Cisco, Itron, Landis+Gyr, muRata, NICT* (única agência governamental ligada ao projeto na categoria mais importante), *OMRON, Renesas e Toshiba*.
- Colaboradoras *Huawei, Mitsubishi Electric, NEC, Panasonic*, dentre outras, além da brasileira Das Coisas, a mais bem posicionada empresa Latino Americana a compor o consórcio, que atua no desenvolvimento de soluções de *Smart Cities*, posicionada, atualmente, ao lado do INATEL (Instituto Nacional de Telecomunicações), em Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais.
- Adotantes *EnerNex, Genus, Indra, Inergy Systems, Texas Instruments*, dentre outras, além dos Institutos LacTec, rede de cinco institutos de pesquisa sediados em Curitiba, Paraná.
- Observadoras *Allion, Criterion Network Labs, Jemic, PowerTech*, dentre outras.

Embora com ampla representatividade, a dianteira da Wi-SUN Alliance é tomada por três empresas Norte Americanas (*Analog Devices, Cisco, Itron*), uma empresa Suíça (*Landis+Gyr*), três empresas Japonesas (*OMRON, Renesas e Toshiba*) e o *National Institute of Information and Communications Technology* ligado ao *Ministry of Internal Affairs and Communications* do Governo Japonês, indicando o caráter do consórcio ao integrar, em sua mais alta cúpula, representações dos dois países (Estados Unidos e Japão) e do maior bloco político-econômico do mundo (União Europeia) que lideraram a corrida pela padronização da Internet (na década de 70 e 80) e que agora também lideram a padronização da Internet das Coisas (em especial, através da Wi-SUN Alliance) (Wi-SUN Alliance, 2018c).

4.3 O Estreito Caminho para o Desenvolvimento Tecnológico

Retomando o caso da Copel, atualmente, nos dois projetos encaminhados pela empresa, o padrão Wi-SUN será adotado buscando interoperabilidade entre diferentes soluções de mercado que possam ser adquiridas, tanto nos atuais projetos quando em projetos futuros. De acordo com (Klinguelfus, 2018), as empresas citadas como fortes concorrentes para serem contratadas para oferta de soluções tecnológicas fazendo uso de Wi-SUN, e que hoje já atendem projetos de grandes concessionárias de energia como a *Florida Power & Light* (Juno Beach/Flórida - Estados Unidos da América), *Oncor Electric* (Dallas/Texas - Estados Unidos da América) e a *Commonwealth Edison – ComEd* (Chicago/Illinois - Estados Unidos da América), são empresas como a *Silver Spring* (subsidiária da *Itron*), *Cisco* e *Landis+Gyr*, além da *muRata* em parceria com a *Panasonic* (que lidera projetos no Japão) e da *Huawei* (que lidera projetos na China), todas elas Empresas-Membro Promotoras ou Empresas-Membro Colaboradoras do consórcio Wi-SUN Alliance (Wi-SUN Alliance, 2018c).

Esta canalização das empresas definidoras do padrão e que saem na dianteira da fabricação de tecnologias de mercado (não havendo nenhuma brasileira no consorcio) indica a dimensão da dificuldade de protagonismo do Brasil (e de outros países) na corrida pela IoT e pela Indústria 4.0. Merece destaque o fato de que o padrão 802.15.4g (comercialmente nominado de Wi-SUN) não é apenas um padrão para *Smart Grid*, mas é um padrão para oferta de múltiplos serviços em *Smart Cities, Smart Utility Industry* e IoT que vão desde Infraestrutura de Medição Avançada e Automação de Distribuição, Gerenciamento de Energia Doméstica, Iluminação Pública, Sistemas de Estacionamento e Gerenciamento de Tráfego, ideais para uma ampla gama de aplicativos IoT, incluindo Agricultura, Monitoramento de Integridade Estrutural e Gerenciamento de Ativos (Wi-SUN Alliance, 2018a; Wi-SUN Alliance, 2018b). Toda essa vasta possibilidade de atribuições dão ao padrão Wi-SUN grande flexibilidade na atuação para o desenho de *Smart Cities* dificultando que soluções menos proprietárias e dedicadas a segmentos específicos consigam sobreviver dentro de uma Internet já altamente padronizada (através de padrões de rede como o IPv6, padrões de rede sem fio e radiofrequência como os da IEEE, padrões de infraestrutura de fibra óptica

como os da ITU-T, dentre tantos outros, que vão engessando a pesquisa nos países periféricos que não estão, hoje, na vanguarda da inovação).

Na perspectiva das possibilidades de PP autônoma nesta atividade o que fica claro, portanto, é a estreita possibilidade de se assumir um protagonismo importante na competição global. O grau de flexibilidade de se fazer uma ou outra mudança ou a possibilidade do uso da criatividade para a competitividade já está delineada pelos players acima citados. Nesta atividade os players globais já assumiram a liderança antes da corrida iniciar.

5. Conclusões

A produção de tecnologias, com ênfase em Indústria 4.0, apresentadas no Curso Técnico Integrado do Instituto Federal do Paraná – IFPR permitiu a condução de atividades práticas em um ambiente interdisciplinar e de produção intelectual. O trabalho foi marcado pela descoberta e disseminação de conhecimentos que envolvem o contexto da Indústria 4.0, onde a proposta de relacionar diferentes áreas de conhecimentos em torno do desenvolvimento de um robô e um *software* para geolocalização proporcionaram relevantes debates acerca do uso adequado da tecnologia na sociedade e possibilidades para a criação de produtos tecnológicos.

Para o desenvolvimento do projeto de robótica foram utilizadas tecnologias proprietárias - *LEGO® Mindstorms™NXT* e *LabVIEW*. Entretanto, a experiência mostrou que existem possibilidades de desenvolvimento destas tecnologias com foco em IoT (Internet das Coisas), utilizando equipamentos reciclados de baixo custo. Outra importante característica observada no projeto foi o ambiente simples e a facilidade de concepção de dispositivos que envolvem conexões e sensores que podem ser replicados no ambiente escolar, em oficinas pedagógicas.

Diante dos benefícios proporcionados, observa-se que, não há complexidade no desenvolvimento destes equipamentos, ou seja, a produção destes dispositivos “inteligentes” não está diretamente relacionada com o fornecimento e *locked-in* com estruturas oligopolizadas globais. Esta análise é necessária para avaliar diferentes possibilidades de produção de novas tecnologias, antes da decisão de se direcionar importantes recursos para a produção industrial estrangeira. A proposta de sequência nos projetos terá como foco a implantação de outras tecnologias, como controle à distância de dispositivos robóticos, utilizando mais os conceitos sobre redes e controle remoto e criação de sensores utilizando material (lixo) tecnológico reciclável. Experiências com ferramentas livres de registro e patentes são disponibilizadas por comunidades de desenvolvimento em *software* livre e aplicadas na programação e construção de componentes eletrônicos. O estudo seguirá com abordagens envolvendo temas sustentáveis e *software* livre. Nesse sentido, é possível pensar numa dinâmica de abertura e inclusão para o desenvolvimento de possibilidades de *Smart Cities*. Tudo depende de uma posição proativa e autônoma da PP, no caso específico se refere ao *policy makers* nas Prefeituras.

Na pesquisa referente ao desenvolvimento de um *software* para geolocalização da frota urbana, observou-se que os sistemas existentes utilizam plataformas consolidadas como *Google* e outros. A proposta que está em desenvolvimento utilizará sensores para controle e *softwares open source*, como forma de oferecer soluções tecnológicas com baixo custo de produção, que pode ser replicada em escala comercial. Busca-se, por meios destes trabalhos, explorar soluções “abertas” para a criação e fabricação de dispositivos tecnológicos com foco na Indústria 4.0. Ficou evidente a possibilidade de desenvolvimento de soluções que não implicam equipamentos e produção industrial no sentido estrito. É uma solução que, da mesma forma que a anterior, implica inteligência e criatividade. Esse desenvolvimento não implica necessariamente uma política industrial no sentido do desenvolvimento de algum setor da economia, mas é uma possibilidade que pode ser adotada por *Smart Cities* e melhoram a vida dos cidadãos. Fica explícito que tentativas de municípios de comprar soluções proprietárias dessa natureza efetivamente atendem outros interesses que não o do público.

Por outro lado, para o último caso abordado neste artigo, que trata de um projeto maior, não educacional, e vinculado a uma geradora, transmissora e distribuidora de energia (a Companhia Paranaense de Energia - COPEL) é patente que o uso de tecnologias proprietárias, desenvolvidas fora do país e ofertadas por grandes multinacionais do Setor de Telecomunicações e de Tecnologia da Informação serão

e somente poderão ser adotadas para a execução de futuros projetos de *Smart Grid*. Esta é uma situação em que já está estruturado e apropriado uma estrutura oligopolizada. A Copel, embora acostumada a atuar com Projetos de Pesquisa & Desenvolvimento, não tem mais condições técnicas e de custos (dado o *lock-in* e *path-dependence* estabelecidos) de investir em desenvolvimento de soluções próprias e abertas tendo em vista as já avançadas pesquisas realizadas pelos players globais da área, em diferentes países e em acordo de cooperação que inclui Centros de Pesquisa e Empresas Nacionais (como o Instituto LacTec e a Das Coisas). Embora não liderem pesquisas e nem atuem como produtores de tecnologias, legitimam o consórcio que hoje estabelece um grupo de padrões que, certamente, moldarão as soluções de *Smart Cities* ofertadas, em curto espaço de tempo.

Por último, os três casos mostram que, portanto, há possibilidades abertas e que dependem de uma decisão de natureza política (*politics*) de se ter uma PP (*policy*) autônoma. No caso de *Smart Cities* há possibilidades de desenvolvimento tecnológico que dependem de decisões das Prefeituras adotarem tecnologias abertas. Por outro lado, o último caso mostra que há segmentos e atividades de grande complexidade tecnológica já totalmente dominadas com padrões tecnológicos proprietários que não viabilizam soluções alternativas. Desse modo, fica claro que quanto mais tempo se demora para estabelecer os caminhos e estratégias institucionais dentro do Estado para uma política industrial aberta, menos caminhos para soluções aberta e inclusivas haverá. Ou seja, gradualmente os espaços serão ocupados pelos capitais globais. Não é possível novamente perder a corrida tecnológica como foi perdida a da informática nos anos 70/80.

6. Referências

ALFENAS, D. A; SHIBATA, D.P; NETO, J.J. PEREIRA-BARRETTO, M. R. SISTEMAS DE MARKOV ADAPTATIVOS: FORMULAÇÃO E PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 12, N. 7, 2014.

APACHE SOFTWARE FOUNDATION. EM: WWW.APACHE.ORG. ACESSO EM 15/05/2018

ARDUÍNO, 2018. DISPONÍVEL EM <[HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/](https://WWW.ARDUINO.CC/)>. ACESSO EM 07/06/2018.

EVANS, PETER ([1995] 2004) AUTONOMIA E PARCERIA: ESTADOS E TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL. RIO DE JANEIRO: EDITORA UFRJ.

FSF. FREE SOFTWARE FOUNDATION. DISPONÍVEL EM <[HTTPS://WWW.FSF.ORG/](https://WWW.FSF.ORG/)>. ACESSO EM 07/06/2018.

GLUHAK, A. [HTTPS://WWW.DIGITALCATAPULTCENTRE.ORG.UK/SEVEN-CHALLENGES-SCALING-IOT-ENABLED-SMART-CITIES/](https://WWW.DIGITALCATAPULTCENTRE.ORG.UK/SEVEN-CHALLENGES-SCALING-IOT-ENABLED-SMART-CITIES/) ACESSO EM 05/06/2016.

GNU. OPERATING SYSTEM AND THE FREE SOFTWARE MOVEMENT. WWW.GNU.ORG. ACESSO EM 01/05/2018.

HUNTER, T., MOLDOVAN, T., ZAHARIA, M., MA, J. SCALING THE MOBILE MILLENNIUM SYSTEM IN THE CLOUD. SOCC'11, 2011, CASCAIS, PORTUGAL.

KLINGUELFUS, G. APRESENTAÇÃO FEITA NA UTCAL - UTILITIES TELECOM & TECHNOLOGY COUNCIL AMÉRICA LATINA, ENTRE OS DIA 3 A 6 DE ABRIL DE 2018, RIO DE JANEIRO. GESTOR RESPONSÁVEL PELOS PROJETOS DE SMART CITIES DA COPEL.

LEGO, LEGO MINDSTORMS. DISPONÍVEL EM <[HTTP://MINDSTORMS.LEGO.COM](http://MINDSTORMS.LEGO.COM)>. ACESSO EM 20/05/2018.

LEGO, LEGO MINDSTORMS. DISPONÍVEL EM <[HTTP://MINDSTORMS.LEGO.COM](http://MINDSTORMS.LEGO.COM)>. ACESSO EM 20/05/2018.

- MALERBA, F& ORSENIGO, C., TECHNOLOGICAL REGIMES AND FIRM BEHAVIOR. IN: GIOVANI DOSI E FRANCO MALERBA (EDITORS). ORGANIZATION AND STRATEGY IN THE EVOLUTION OF THE ENTERPRISE. MACMILLAN PRESS, 1996.
- MANCHA, J. J. G.; GUERRERO, M. S. H.; CHONG, A. G. V. A MOBILE APPLICATION FOR HELPING URBAN PUBLIC TRANSPORT AND ITS LOGISTICS. IN: HANDBOOK OF RESEARCH ON MILITARY, AERONAUTICAL, AND MARITIME LOGISTICS AND OPERATIONS. NATIONAL MEXICAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MÉXICO. IGI GLOBAL, 2016.
- MCTI. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Nº 939, DE 22 DE FEVEREIRO DE 2018. DISPONÍVEL EM < [HTTPS://WWW.JUSBRASIL.COM.BR/DIARIOS/179282747/DOU-SECAO-1-27-02-2018-PG-8](https://www.jusbrasil.com.br/diarios/179282747/dou-secao-1-27-02-2018-pg-8)>. ACESSO EM 07/06/2018.
- NIED. NÚCLEO DE INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. DISPONÍVEL EM <[HTTP:// HTTP://WWW.NIED.UNICAMP.BR/](http://www.nied.unicamp.br/)>. ACESSO EM 20/05/2018.
- PAPERT, S. LOGO: COMPUTADORES E EDUCAÇÃO. SÃO PAULO: BRASILIENSE, 1988.
- PESSALI, HUASCAR FIALHO & SHIMA, WALTER TADAHIRO. POLÍTICA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: CONVERGÊNCIA ENTRE A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO PRODUTIVO, O PLANO BRASIL MAIOR E O POLO INDUSTRIAL DE MANAUS. REV. BRAS. INOV., CAMPINAS (SP), 14, N. ESP., P. 109-132, JULHO 2015.
- SOUZA JUNIOR, S. R.; LIMA, R. S.; CUNHA, R. A. H. CROWDBUS: APLICATIVO CROWDSOURCING PARA INFORMAÇÃO, LOCALIZAÇÃO, AVALIAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE FROTAS DE ÔNIBUS. SEGeT XI SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO EM TECNOLOGIA, 2014.
- THIAGARAJAN, A., RAVINDRANATH, L., LACURTS, K, BALAKRISHNAN, H. VTRACK: ACCURATE, ENERGY-AWARE ROAD TRAFFIC DELAY ESTIMATION USING MOBILE PHONES. SENSYS'09, NOVEMBER 4–6, 2009, BERKELEY, CA, USA.
- VARIAN, HAL R. E SHAPIRO, CARL. A ECONOMIA DA INFORMAÇÃO – COMO OS PRINCÍPIOS ECONÔMICOS SE APLICAM À ERA DA INTERNET, 1999
- WIRTH, N. PROGRAM DEVELOPMENT BY STEPWISE REFINEMENT. COMMUNICATIONS OF THE ACM, v. 14, 1971.
- YOURDON, E. STRUCTURED WALKTHROUGHS. YOURDON PRESS COMPUTING SERIES, 1989.
- WI-SUN ALLIANCE. Home, jun. 2018. Disponível em: < <https://www.wi-sun.org/>>. Acesso em: 02 junho 2018a.
- _____. Mission, jun. 2018. Disponível em: <<https://www.wi-sun.org/index.php/about-us/mission>>. Acesso em: 03 junho 2018b.
- _____. Member Companies, jun. 2018. Disponível em: <<https://www.wi-sun.org/index.php/about-us/member-companies>>. Acesso em: 03 junho 2018c.