

## Kit de robótica de baixo custo: cidade inteligente

*Low-cost robotics kit: smart city*

PAZMINO, Ana Veronica; Dra.; Universidade Federal de Santa Catarina  
anaverpw@gmail.com

BRAGA, Rodrigo Antonio; Dr.; Universidade Federal de Santa Catarina  
rodrigo.braga.ufsc@gmail.com

ZORZO, Mariana; Designer; Universidade Federal de Santa Catarina  
mszorzo@gmail.com

REQUENA, Erik; Graduando; Universidade Federal de Santa Catarina  
eric.requena4@gmail.com

O presente artigo apresenta o referencial teórico e o registro do desenvolvimento de um kit pedagógico Inteligente: a cidade do futuro para crianças de 7 a 11 anos. O kit conta com tabuleiro, um caminhão de coleta seletiva-robô, e um aplicativo de celular para promover a interação entre as crianças e o kit. No trabalho há uma pesquisa bibliográfica sobre cidades inteligentes, tendências tecnológicas, práticas pedagógicas relacionadas a tais conteúdos, um levantamento sobre os problemas socioambientais da cidade de Florianópolis, bem como aprofundamento na questão de gestão de resíduos. São apresentados, então, os requisitos do projeto e as seguintes etapas de desenvolvimento do kit e sua programação. Por fim, apontam-se uma discussão sobre a importância do ensino de robótica.

**Palavras-chave:** Robótica; Ensino; Design de Produto; Coleta Seletiva.

*This article presents the theoretical framework and record of the development of an Intelligent Pedagogical Kit: the city of the future for children from 7 to 11 years old. The kit has a tray, a robot-removable collection truck, and a cell phone application to promote interaction between children and the kit. In the work there is a bibliographic research on smart cities, technological trends, pedagogical practices related to such contents, a survey on the socio-environmental problems of the city of Florianópolis, as well as a deepening on the issue of waste management. The project requirements and the following stages of kit development and programming are then presented. Finally, a discussion about the importance of robotics teaching is pointed out.*

**Keywords:** robotics; Teaching; Product design; Selective collect

## 1 Introdução

A pesquisa tecnológica do trabalho mostra a investigação sobre a importância do ensino de robótica como meio de desenvolvimento cognitivo. O ensino de temas contemporâneos como a robótica, internet das coisas e IA (inteligência artificial) no ensino fundamental e médio da rede pública é importante devido ao cenário futuro que mostra o crescimento em IA da China e USA e que provocará uma dependência por produtos e serviços com essa tecnologia aplicada. A corrida tecnológica voltada à inteligência artificial tem tornado a China um país com muito potencial para a aplicação de IA nos próximos anos. O ensino da próxima geração deve estar atualizado para enfrentar as inovações tecnológicas que irão mudar o cenário das profissões e trabalhos dos próximos anos. Por meio do design de produto e da automação é possível construir materiais lúdicos para facilitar o ensino de áreas técnicas para adolescentes de classes sociais baixas. O resultado apresenta uma pesquisa aplicada sobre internet das coisas, cidade inteligente e o desenvolvimento de um kit de robótica de coleta seletiva. A metodologia aplicada foi de levantamento bibliográfico de temas relacionados cidades inteligentes, práticas pedagógicas: Robótica para Jovens. E para o desenvolvimento do kit foi aplicado o processo projetual do design *thinking* e diversas ferramentas e técnicas de design.

## 2 Cidades inteligentes

No processo do *design thinking* a primeira fase envolve uma fase de imersão para entender o problema de projeto. Assim, o tema de cidades inteligentes, exclusão digital e de acordo com Lazzaretti et al. (2019), ainda não há consenso no meio acadêmico brasileiro a respeito do conceito de Cidade Inteligente (em inglês, *Smart City*). Para este trabalho, optou-se por utilizar a definição de Sampaio (2020), que comprehende que a Cidade Inteligente é a área urbana integrada às Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC). De maneira geral, nestas cidades, há forte investimento em tecnologia, estruturas físicas e no amplo acesso à internet para facilitar a mobilidade urbana, aumentar a eficiência, conservar energia, melhorar a qualidade do ar e da água, agilizar a recuperação após eventuais desastres, destinar recursos com maior efetividade, aprimorar a colaboração de entidades e diferentes domínios (STRAPAZZON, 2009).

Segundo a revisão literária realizada por Abdala et. al (2014), a concepção de Cidade Inteligente prevê aplicação da gestão pública tecno-centrada e estudos sobre o ponto de vista geográfico e social. Sampaio (2020) também afirma que pode-se fazer uso, por exemplo, da Internet das Coisas para conectar os elementos urbanos e automatizar os processos, com o objetivo de melhorar a qualidade dos serviços, bem como o seu desempenho e interatividade.

Acredita-se que a Cidade Inteligente tem potencial de reduzir os custos e o consumo de recursos naturais e aproximar cidadãos e cidadãs das decisões governamentais e municipais (SAMPAIO, 2020). Além do potencial destas cidades, segundo Sampaio (2020), há ainda três principais desafios para a sua consolidação: 1) questões éticas, como a segurança das informações sobre cada cidadão; 2) questões técnicas, como a interoperabilidade entre os dispositivos e 3) questões administrativas, como o desafio de gerenciar um grande volume de dados.

Strapazzon (2009) menciona Piraí (RJ) como exemplo de uma Cidade Inteligente brasileira, que ampliou significativamente o acesso à internet em escolas, espaços públicos e domésticos, promoveu a inclusão digital e intensificou o mercado de tecnologia. Weiss

(2013), por sua vez, analisa a cidade de Porto Alegre (RS) quanto à sua “inteligência”. Alguns dos aspectos elencados por ele são: a ampliação de programas de inclusão social e digital; criação de programas de capacitação para uso de TIC; incentivo à pesquisa científica; criação de um sistema de informações integrado para o Sistema Único de Saúde (SUS); ampliação do acesso gratuito à internet em instituições de ensino e saúde, etc.

Weiss (2013) afirma que, além de Porto Alegre, as cidades de Curitiba, Rio de Janeiro, Búzios, Aparecida e Belo Horizonte também são reconhecidas por seus esforços em tornarem-se Cidades Inteligentes, o que corrobora a afirmação de Castro (2015) que aponta o predomínio de projetos da região Sul e Sudeste do país dentro deste campo. Na região Nordeste, segundo Castro (2015), são destacadas as cidades de Recife e Fortaleza.

Há, também, pesquisas que investigam a possibilidade de que as Cidades Inteligentes sejam voltadas à sustentabilidade, sendo necessária uma quebra de paradigma com relação ao uso das tecnologias, que devem ser aplicadas a partir de uma perspectiva “holística, descentralizada, integradora e participativa” (ABDALA et al., 2014). Ferreira et al. (2015) apontam os problemas socioambientais presentes nas cidades (ou seja, a falta de “inteligência” do planejamento urbano atual), sendo eles: emissão de poluentes atmosféricos; tendência de mudanças climáticas e eventos extremos; crescimento urbano desorganizado, que impacta o solo e causa perda de biodiversidade; gestão de resíduos sólidos ineficiente e a falta da infraestrutura hídrica e de espaços “verdes”, que dificulta a permeabilidade da água e a preservação dos ecossistemas.

É importante que as Cidades Inteligentes compreendam a tecnologia como um meio, e não como um fim, e que atentem para estas problemáticas sociais, em uma perspectiva que não trate os cidadãos apenas como beneficiários de serviços ou como clientes, mas como cocriadores dos mecanismos para melhoria da qualidade de vida (MARCA, 2018). Ferreira et al. (2015) indicam que, para serem sustentáveis, as cidades precisam promover a justiça social, uma boa mobilidade urbana, a redução do impacto ambiental na construção civil, a eficiência energética, o uso de fontes de energia diversificadas e sustentáveis, etc. Neste sentido, também há iniciativas que elaboram uma gestão de resíduos inteligente fazendo uso, por exemplo, da Internet das Coisas (CASTRO e LAFRATTA, 2020).

Guimarães e Araújo (2018) fazem análises a partir de uma concepção do direito à cidade, considerando a possibilidade de promover uma inovação urbana inclusiva, reiterando a função social da cidade e os processos democráticos. As autoras reforçam a necessidade de envolver a população nas decisões governamentais, seja através de consulta popular, votos consultivos ou pela submissão de projetos pela sociedade civil organizada. Nesse sentido, a *Civic Tech* (Tecnologia Cívica) e o *Crowdsourcing* (Colaboração Coletiva) são ferramentas aliadas que serão descritas nos tópicos seguintes deste trabalho.

Também nesta orientação que pensa a cidade com ênfase na participação comunitária, Aune (2017) apresenta o conceito de *Human Smart City* (Cidades Humanas e Inteligentes), que tem sido utilizado em alguns países (europeus, em sua maioria). Esta concepção propõe uma mudança de foco, de forma a centrar os processos nas pessoas e não na tecnologia em si. Esta, por sua vez, passa a ser compreendida como meio para “conectar e envolver governos e cidadãos, a fim de reconstruir, recriar e motivar comunidades urbanas” (AUNE, 2017).

Segundo Aune (2017), em uma Cidade Humana Inteligente, a população participaria de forma colaborativa com o poder público e com os desenvolvedores de conhecimento. O conceito de Governança Inteligente, que implica na transparência na gestão pública e

definição de políticas e orçamentos participativos (CASTRO, 2015), vai ao encontro destas últimas concepções, que enfatizam o envolvimento da sociedade nas tomadas de decisão sobre o espaço público. Há, entretanto, alguns obstáculos para a participação cidadã e a aplicação do conceito de Cidade Inteligente, que serão abordados no tópico seguinte.

## 2.1 Exclusão Digital

Abdala *et. al* (2014) apontam, em sua revisão, para críticas no que concerne à desigualdade social: A Cidade Inteligente pode ampliar a segregação a partir do momento em que atrai setores do mercado e “classes criativas” para a cidade em detrimento de grupos já marginalizados socialmente. Além disso, é possível afirmar que “há falta de alinhamento dessas soluções [tecnológicas] às reais necessidades das pessoas, bem como de acessibilidade devido aos altos custos” (ABDALA *et al.*, 2014).

Guimarães e Araújo (2018) afirmam que outro grande desafio do Poder Público, no que diz respeito à consolidação das cidades inteligentes, é a promoção da inclusão digital, que se relaciona com as críticas apontadas por Abdala *et. al* (2014), também Lazzaretti *et al.* (2019). Segundo o IBGE (2018), no Brasil, não há telefone (fixo convencional ou móvel celular) em 5,1% dos domicílios particulares permanentes do País, sendo que esta ausência é mais elevada nas residências das regiões Norte (10,0%) e Nordeste (9,6%). Isto é um dado relevante pois, em 99,2% dos domicílios em que há acesso à internet o telefone celular é utilizado para este fim (IBGE, 2018).

Ainda, a pesquisa aponta que há acesso à internet em 79,1% dos domicílios do país, sendo que o rendimento real médio per capita está associado a isto: para os domicílios que têm este acesso, a média de rendimento per capita é de R\$ 1.769, enquanto os que não utilizavam esta rede possuem média de R\$ 940 (IBGE, 2018). Os motivos para a falta de acesso à internet, segundo o IBGE (2018), são a falta de interesse, o alto preço dos serviços de acesso, a falta de abrangência destes serviços na região do domicílio e a falta de conhecimento sobre a utilização desta rede.

A pesquisadora Helsper (2019) afirma que o acesso potencial à internet não significa acesso efetivo, nem o aproveitamento desse uso para uma ampla gama de propósitos, especialmente entre a população idosa e de baixa renda. Neste sentido, Helsper (2019) lembra que nem todas as pessoas que têm acesso à internet usufruem de serviços de banda larga de alta velocidade e muitas utilizam apenas o celular para isto, fatores que limitam a possibilidade de uso. É importante que esta realidade social seja considerada, pois a internet é fundamental para muitas das tecnologias utilizadas nas Cidades Inteligentes.

### 2.1.1 Tecnologias das Cidades Inteligentes

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são aquelas que possibilitam a veiculação da informação e da comunicação com rapidez, dinamismo, com difusão de imagem e som, como o rádio, a televisão, o computador e a internet (GONÇALVES e NUNES, 2006). Aplicadas no contexto das cidades inteligentes, estas tecnologias podem ser empregadas para coletar e analisar uma grande quantidade de informações geradas por diversas fontes de dados, por exemplo, redes de sensores, sistemas de trânsito e dispositivos dos cidadãos (KON e SANTANA, 2017).

Outra tecnologia utilizada pelas Cidades Inteligentes é a Computação Ubíqua que, segundo Benites (2016), é um conceito em engenharia de *software* e ciência da computação no qual

a computação é direcionada para todos os lugares, em contraste, por exemplo, com o conceito de computação do tipo “desktop”, em que o computador está fixo. A Computação Ubíqua, também conhecida como computação pervasiva, inteligência do ambiente ou *everyware*, e pode ser utilizada em qualquer lugar e em qualquer formato: computadores portáteis, tablets e terminais em objetos cotidianos (BENITES, 2016).

A expansão do uso da tecnologia e da internet também faz necessário estabelecer o *Networking* (Tecnologias em Rede), que consiste em ampliar a capacidade de banda larga com tecnologias como FTTH, 4G LTE e IP Multimedia Systems (BENITES, 2016). Ainda, segundo Benites (2016), este arranjo de tecnologias sustenta “a infraestrutura das cidades inteligentes para fazer com que todos os dispositivos, computadores e pessoas tenham, entre si, meios de comunicação convenientes, confiáveis e sigilosos”, possibilitando a democratização e baixo custo dos serviços de qualidade.

Outro conceito atrelado à ideia de Cidade Inteligente é o *Geographic Information Systems* (GIS), que consiste em um sistema de informação georreferenciado, ou seja, é sistema computacional projetado para capturar, armazenar, manipular, analisar, gerenciar e apresentar todos os tipos de dados geográficos (BENITES, 2016). O GIS que pode estar relacionado a engenharia, planejamento, gestão, seguros, telecomunicações, transporte e logística, possibilitando que gestores municipais e cidadãos criem consultas interativas e analisem informações espaciais em tempo real, editando dados em mapas e compartilhando os resultados destas operações (BENITES, 2016)

Para ampliar a qualidade dos seus processos e o acesso à informação, a Cidade Inteligente também faz uso da Computação em Nuvens e da *Big Data*. De acordo com Sampaio (2020), a primeira consiste na “disponibilidade de recursos computacionais através de uma rede, como armazenamento e capacidade de computação, sem demandar o gerenciamento ativo do usuário”. A segunda, por sua vez, corresponde a uma coleção de dados de grande volume, que garante a veracidade das informações e agiliza a disponibilização delas à população e à administração pública (SAMPAIO, 2020). Há, ainda, o *Open Data* que está associado à exigência de que o setor público e seus contratantes liberem os dados governamentais para qualquer uso de forma acessível, gratuita e distribuível (BENITES, 2016).

Outro conceito recente interligado ao de Cidade Inteligente é a Internet das Coisas, em inglês *Internet of Things* (IoT), que possibilita a conexão digital de objetos do cotidiano com a Internet, utilizando, na maioria dos casos, sensores eletrônicos para transmitir dados entre si, criando a possibilidade de automatização de determinados processos (SAMPAIO, 2020). A IoT permite que os elementos cotidianos forneçam sua localização, realizem reconhecimento de voz, incluam sistemas de pagamento, etc. (BENITES, 2016).

Castro e Lafratta (2020) citam como exemplo iniciativas que utilizam a IoT para controlar processos de compostagem de resíduos orgânicos, fazendo uso de sensores de temperatura e de umidade atrelados a uma comunicação *wireless*. Além desta tecnologia, também é relevante, para que se obtenha a inteligência dos sistemas, a *Radio Frequency Identification* (RFID), que consiste em um sistema de comunicação sem fio composto por um agente passivo, que oferece determinada informação, e outro ativo, que reconhece a informação.

No que diz respeito à governança nas cidades, o E-Government (abreviação de governo eletrônico em inglês) apresenta as interações digitais entre governo e cidadãos, governo e empresas/comércio, governo e funcionários, intergovernamentais ou entre governos e

agências (BENITES, 2016). O governo eletrônico refere-se, essencialmente, à utilização de TICs e outras tecnologias de telecomunicações baseadas na web para tornar a prestação de serviços no setor público mais eficiente e eficaz, aprofundando o processo de governança (BENITES, 2016).

Para ampliar a participação de cidadãos nos processos da cidade, faz-se uso das *Civic Tech*, um tipo de tecnologia da informação e comunicação voltado para a população visando o desenvolvimento e a melhoria da infraestrutura urbana (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018). As *Civic Tech* fazem uso de aplicativos que permitem essa participação dos cidadãos das decisões governamentais ou municipais, de forma a promover o engajamento cívico nas políticas públicas, sendo necessário, portanto, que haja uma boa educação digital e conscientização política (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018).

Segundo Sousa (2012) *apud* Guimarães e Araújo (2018), outro conceito que está atrelado à participação cidadã e ampliação dos processos democráticos é o *Crowdsourcing*, termo que está relacionado com o aparecimento de sites que utilizam a audiência (por isso *crowd* - em inglês, multidão) como fonte (em inglês *source*) de conteúdo ou mão de obra decisiva para sua própria existência. Neste sentido, plataformas colaborativas permitem que os próprios usuários forneçam dados que podem ser utilizados por gestores públicos, empresas privadas, órgãos não governamentais e todos os atores envolvidos na discussão de um planejamento urbano inclusivo (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018).

São exemplos de *Civic Tech* e *Crowdsourcing* o blog do Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS), criado pela gestão pública do município de Pelotas (RS), e a OP Digital, criado no município de Belo Horizonte (MG). Este primeiro exemplo, de acordo com Guimarães e Araújo (2018) consistiu em um conjunto de ações que utilizaram a internet e o GIS para comunicar à população sobre a consolidação do Plano Local de Habitação de Interesse Social. O PLHIS envolveu a criação de um mapa participativo, páginas em redes sociais para veicular notícias e um mapa com fotos georreferenciadas das áreas que apresentavam problemas (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018).

A OP Digital, por sua vez, foi a primeira experiência mundial de uso da internet por um governo local como instrumento da construção de um orçamento público participativo (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018). Tratou-se de uma campanha municipal que serviu para ampliar o acesso da população ao processo de votação (do orçamento), possibilitando que este fosse realizado a partir de qualquer telefone (celular, fixo ou público) através de ligações gratuitas. Ainda, a iniciativa envolveu a articulação com programa municipal de Inclusão Digital, que possibilitou o uso de mais de 270 pontos públicos de acesso à internet no processo de votação (GUIMARÃES e ARAÚJO, 2018).

### **2.1.2 Práticas Pedagógicas: Cidades Inteligentes e Sustentáveis**

Nesta etapa, serão agrupados trabalhos, projetos ou jogos que abordam a sustentabilidade ou o conceito de cidade inteligente. Também serão elencados materiais que tematizem alguma das áreas específicas englobadas por estes eixos, como mobilidade urbana, gestão de resíduos, proteção ambiental, uso de energias renováveis, cidadania, etc. A finalidade de elencar estes materiais é conhecer as alternativas existentes atualmente no que diz respeito ao ensino sobre estes conceitos para crianças e jovens.

Smart City Expo: feira com dois espaços voltados às interações com crianças e jovens. Um dos espaços era o Faróis do Saber, pequenas bibliotecas espalhadas por diversos bairros de Curitiba (PR), e a iCities Kids, projeto educativo e social que leva a crianças da rede

municipal algumas das inovações que as cidades inteligentes, abordando questões sobre mobilidade, robótica, consumo consciente e reciclagem, bem como uso de energias renováveis. Este segundo projeto é desenvolvido pela empresa iCities junto à prefeitura de Curitiba com apoio do Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade. O espaço simula uma minicidade inteligente, dentro da temática de trânsito e mobilidade, por exemplo, as crianças podem escolher participar como pedestres, motoristas de carro elétrico ou como ciclistas (há pequenos veículos funcionais) e interagem com os demais elementos da cidade.

### **2.1.3 Práticas Pedagógicas: Robótica para Jovens**

Pensar no uso da robótica na educação, não é um privilégio de quem gosta de tecnologia, uma vez que as tecnologias (tecne, ou seja, o que foi gerado pelo conhecimento) estão amplamente utilizadas na sociedade contemporânea. O uso da tecnologia não produz a construção de conhecimento científico que pode ser desenvolvido por meio do STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics*) que visa associar contextos de aprendizagem abstrata à resolução de problemas do mundo real. A robótica está como meio de introduzir conceitos de física, matemática, programação e robótica básica, conhecimentos relacionados com as engenharias.

Atualmente a próxima revolução industrial é apontada como a da robótica e IA, essa tendência que fez da China em 10 anos se tornar o país com maior número de publicações na área faz com que todos os produtos que tem tecnologia de IA estejam sendo desenvolvidos por algumas empresas americanas e chinesas. Diante desse contexto, a pergunta da pesquisa foi: como o design de produto pode facilitar o entendimento de programação e robótica básica em crianças?

### **2.1.4 Ensino de robótica**

Muitas vezes o termo Robótica na Educação ou Robótica Educacional é utilizado de forma errônea. É mencionado como uma ferramenta usada para apoio à educação ou um meio para atingir ensinar, aprender e educar. Se é apenas uma ferramenta, então deve-se colocar bem claro qual o papel desenvolvido pelos robôs neste cenário de ferramenta. Os alunos têm que explorar essa ferramenta. É importante que fique claro o auxílio que o robô pode exercer no cenário educacional. E também onde situa-se a ER e as estratégias e metodologias baseadas para atingir os objetivos.

Angel-Fernandez (2019) mostra em seu trabalho sobre Robôs educacionais que os utilizou para atrair a curiosidade das crianças e jovens no projeto Europeu *Educational Robotics for Science, Technology, Engeneerind and Mathematics* (ER4STEM).

Entendendo que o robô deve atrair a curiosidade, permitir explorar a ferramenta o objetivo do kit de cidade inteligente visou que as crianças tivessem um cenário real da problemática de resíduos e que a dinâmica fosse interessante e lúdica.

#### **2.1.4.1 Cenário Atual**

No contexto internacional, de acordo com Oliveira Neto e Petter (2018), os países com ampla valorização dos resíduos urbanos (como Espanha e Alemanha), obtêm significativa redução nos seus custos finais líquidos em função da forma como lidam com estes materiais, seja através da compostagem, reciclagem ou incineração. Nestes países, a receita gerada pela valorização dos resíduos atinge 50% do custo de processo total, o que explica o motivo de adesão deste tipo de estratégia, sendo este retorno financeiro um aspecto muito visado (OLIVEIRA NETO e PETTER, 2018). Os autores também indicam que,

principalmente entre países europeus, a alternativa de aterramento de resíduos é desestimulada e a efetividade dos processos é priorizada, ainda que os custos iniciais possam ser elevados.

Vendo o cenário brasileiro, segundo o IPEA (2012), as destinações finais mais utilizadas pelos municípios para dispor os resíduos sólidos domiciliares recolhidos são: o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário. No ano da pesquisa, 90% do total de resíduos coletados era encaminhado a estes locais. Embora o aterro sanitário (alternativa menos danosa dentre as três mencionadas) venha sendo mais utilizado, os lixões ainda eram realidade em 50% dos municípios brasileiros em 2012.

Dentro deste contexto, instituiu-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), criada para estabelecer a gestão integrada dos resíduos sólidos, tendo como objetivo: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. No município de Florianópolis vigora, baseada na PNRS, a Lei Nº 10.501/2019, que define metas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos orgânicos. Esta lei visa estimular as iniciativas comunitárias de gerenciamento destes resíduos, adoção de estratégias descentralizadas, incentivo à compostagem doméstica e progressiva diminuição da destinação dos resíduos orgânicos aos aterros sanitários e à incineração.

### **3 Desenvolvimento do Kit: Imersão de profundidade**

Após a fase de pesquisa exploratória foi iniciada a fase de imersão de profundidade para o desenvolvimento de um kit pedagógico formado por um conjunto de peças com componentes eletrônicos e um aplicativo de celular, ambos conectados via internet. O público-alvo deste conjunto é composto por jovens pré-adolescentes de escolas públicas. Ao longo do desenvolvimento do projeto, a partir do relatório parcial do projeto e da equipe dos envolvidos, bem como das possibilidades de ação (devido à atual pandemia de Covid-19), o escopo do produto foi definido.

Inicialmente, considerou-se a possibilidade de o kit abordar somente a reciclagem da parcela orgânica de resíduos sólidos. Definiu-se um escopo que abordasse o tema de *smart city* e gestão de resíduos como um todo. Tem-se, assim, o objetivo de simular um sistema de coleta inteligente de resíduos e oferecer informações sobre cidades inteligentes, robótica e gestão de resíduos.

#### **3.1 Requisitos do Produto**

Os requisitos são as características da engenharia do produto, atributos mensuráveis e sua definição orienta a geração de alternativas para que o objetivo geral do projeto seja atingido. A seguir, serão listados os requisitos da parte física do produto (quadro 01), bem como os requisitos do aplicativo para celular que se comunicará com esta estrutura e também apresentará conceitos e explicações sobre os componentes físicos (quadro 02). Tanto a estrutura material quanto o aplicativo serão utilizados pelos mesmos usuários.

Este artigo mostra o primeiro componente da cidade inteligente que é um sistema de coleta seletiva. Cabe mencionar que em março de 2022 teremos mais quatro componentes que posteriormente serão incorporados ao tabuleiro e ao app. São eles uma balsa, um monotrilho, um bondinho, uma casa e uma ambulância.

Quadro 01: requisitos do kit pedagógico (coleta seletiva)

Requisito	Objetivo	Categoria	Fonte
Componentes Lúdicos	Representação do domicílio e bairro	Obrigatório	Análise de Similares
	Caminhão de coleta	Obrigatório	Análise de Similares
	Objeto para representar por cores e texturas os resíduos coletados.	Obrigatório	Pesquisa Bibliográfica
	Objeto que represente a leira de compostagem	Desejável	Pesquisa Bibliográfica
	Representação do centro de compostagem	Obrigatório	Pesquisa Bibliográfica
	Representação do centro de reciclagem	Desejável	Pesquisa Bibliográfica
Componentes Eletrônicos	Arduino	Obrigatório	Briefing
	Placa para comunicar os sensores com a internet	Obrigatório	Pesquisa Bibliográfica
	Sensor de cor para reconhecimento de linha	Obrigatório	Reunião com equipe
	Linha demarcada na base para orientação do robô/caminhão de coleta	Obrigatório	Reunião com equipe
	Chassi de carro com componentes	Obrigatório	Reunião com equipe
Material	2kg de PLA para impressão 3D	Obrigatório	Restrições de Produção
	Adesivo em madeira para o tabuleiro	Desejável	Restrições de Produção
	Chapas de mdf de 2,8 x 3 metros	Desejável	Restrições de Produção
Sistema de Montagem	Conexões de montagem e desmontagem	Obrigatório	Briefing
	Abertura componentes eletrônicos	Obrigatório	Briefing
	Fios e componentes eletrônicos cobertos (sem estarem aparentes)	Obrigatório	Briefing

Fonte: elaborado pelos autores

Quadro 02: requisitos do aplicativo

Requisito	Conteúdo	Categoria	Fonte
Elemento Informativo	Definição de Cidade Inteligente	Obrigatório	Briefing
	Caracterização dos tipos de resíduos	Obrigatório	Análise de Similares
	Quantidade de resíduos sólidos gerados na cidade	Desejável	Pesquisa Bibliográfica
	Explicação sobre o processo de compostagem	Obrigatório	Pesquisa Bibliográfica
	Explicação sobre os componentes eletrônicos do kit pedagógico	Desejável	Briefing
Interação com estrutura física	Exibir informações da composteira (temperatura, umidade, pH)	Desejável	Pesquisa Bibliográfica; Briefing
	Exibir deslocamento do caminhão de coleta	Desejável	Pesquisa Bibliográfica

Fonte: elaborado pelos autores

### 3.2 Ideação e Prototipação

Neste tópico é descrito o desenvolvimento dos elementos do projeto. O produto final é constituído por: um caminhão robótico; um tabuleiro; itens que representam locais de uma cidade (mercado, bairros, centro de compostagem, entre outros); um aplicativo de celular, com a função de apresentar conteúdos relacionados ao tema da coleta de resíduos e cidade inteligente, bem como promover a interação com o kit pedagógico, possibilitando que os usuários deem comandos ao caminhão robótico que simula a coleta dos resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos e a programação do caminhão.

#### 3.2.1 Caminhão Robótico

Definiu-se que o caminhão incluiria um conjunto pré-fabricado de chassi, rodas, motor e pilhas que é facilmente adquirido em lojas de robótica (figura 01). Para definir o tamanho do caminhão, foi criado um modelo de baixa fidelidade em papelão a partir das dimensões do chassi (figura 02). O caminhão devia receber tanto uma carcaça e com os coletores de resíduos, como o *shape* da cabine e o design da parte interna para adequar todos os componentes e posteriormente materializada em impressão 3D para ser fixada ao chassi (figura 03). Este processo foi iterativo e multidisciplinar, já que tanto o membro da equipe da engenharia de automação e a designer, realizaram testes, fizeram os ajustes até alcançar o melhor resultado do sistema. Esta fase do projeto trabalhou tanto a ideação como a prototipação de forma dinâmica.

Figura 01: Chassi, rodas e motor escolhidos para compor o caminhão.



Fonte: Mundial [Sa]

Após uma reunião da equipe via web foram definidos os componentes e foi realizada a compra dos mesmos que constam na tabela 01. Os componentes foram recebidos pelo membro da equipe que ia desenvolver a programação. Cabe salientar que na equipe tinha uma estudante de design de produto e um estudante de engenharia de automação.

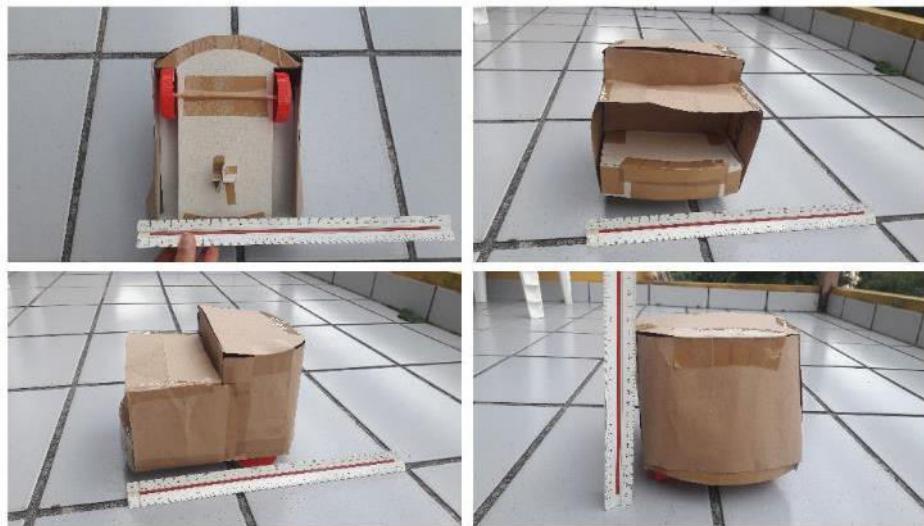
Tabela 01: Componentes para um kit

Componentes				
Descrição	Quat	Preço	Frete	Total
Kit Chassi 2WD Robô para Arduino	1	59,9	0	59,9
ESP32 WiFi + Bluetooth Dual-Core	1	40	0	40,0
Sensor de Cores TCS230	1	18	0	18,0
Módulo Sensor IR 5 Canais para Robô Seguidor de Linha	1	31,9	10,2	42,1
PLA filamento	1kg	109,0	0	104,0
Valor total em R\$.				247,0

Fonte: elaborado pelos autores.

Com os componentes foi iniciado o processo de programação e construção de um modelo de baixa fidelidade para planejar o tabuleiro e as paradas que o caminhão deveria fazer. Paralelamente foram geradas alternativas do caminhão e dos coletores de cada tipo de resíduo na caçamba, após a escolha da melhor solução foi modelado no software Rhinoceros. A figura 03 mostra a modelagem do caminhão e o detalhe para encaixe dos componentes da tabela 01 e alteração da posição das duas rodas.

Figura 02: modelo de baixa fidelidade do caminhão-robô



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 03: Modelo 3D do caminhão.

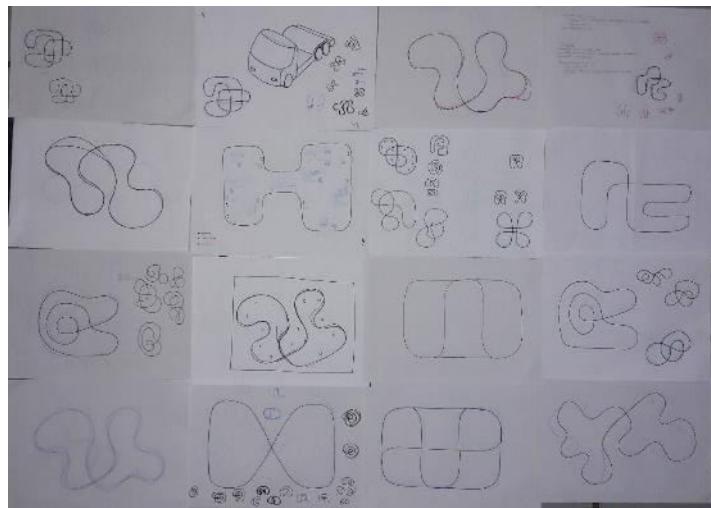
Compartimentos de resíduos encaixado na traseira do caminhão. Iluminação nos ícones de cada compartimento



Fonte: elaborado pelos autores.

Paralelamente foi desenvolvido o tabuleiro que como menciona o quadro de requisitos de projeto foi definido que seria impresso em adesivo. O tamanho do tabuleiro com o roteiro para o caminhão é de 3 metros de comprimento por 2,8 metros de largura. Como o caminhão robótico tem o funcionamento de um robô seguidor de linha, devia ser mantida uma linha central no meio do percurso, com cor contrastante com o fundo e espessura de 15mm. Para a construção do modelo do tabuleiro, foram geradas alternativas (figura 04), que foram avaliadas pelos membros da equipe. Por fim, optou-se por um caminho simplificado com um único cruzamento, visando a facilitação da programação do caminhão robótico, mas ainda mantendo certa ludicidade (figura 05).

Figura 04: Alternativas de caminho desenhadas.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 05: Traçado do caminho a ser percorrido pelo robô



Fonte: elaborado pelos autores.

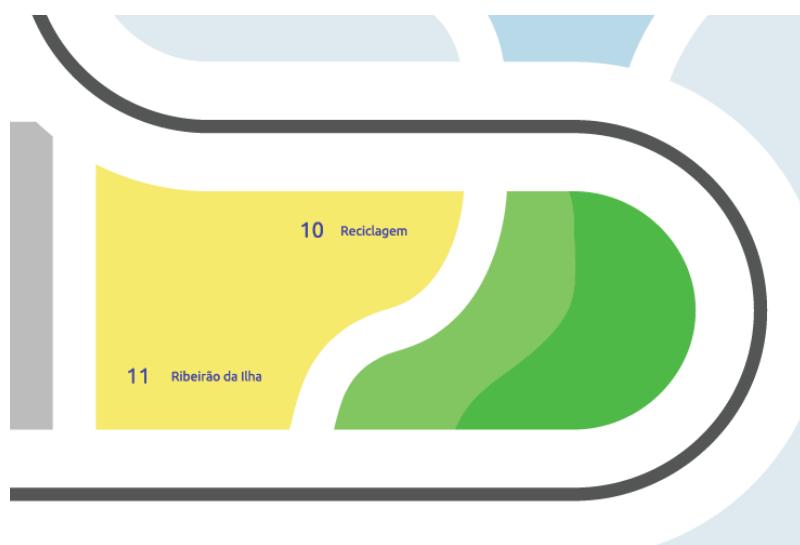
O layout final da superfície foi desenvolvido de forma a remeter a um mapa, destacando o conteúdo interno da cidade (colorido), onde constam os nomes dos doze locais definidos (figura 06) e um detalhe na figura 07. A intenção é que os itens da cidade sejam dispostos pelo usuário sobre os respectivos nomes indicados no tabuleiro. Como mencionado o tabuleiro será impresso em adesivo para que o caminhão consiga seguir a linha de percurso. Como outros produtos farão parte da cidade outras linhas serão criadas para que cada elemento consiga percorrer cada local.

Figura 06: Tabuleiro do kit.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 07: Detalhe do tabuleiro



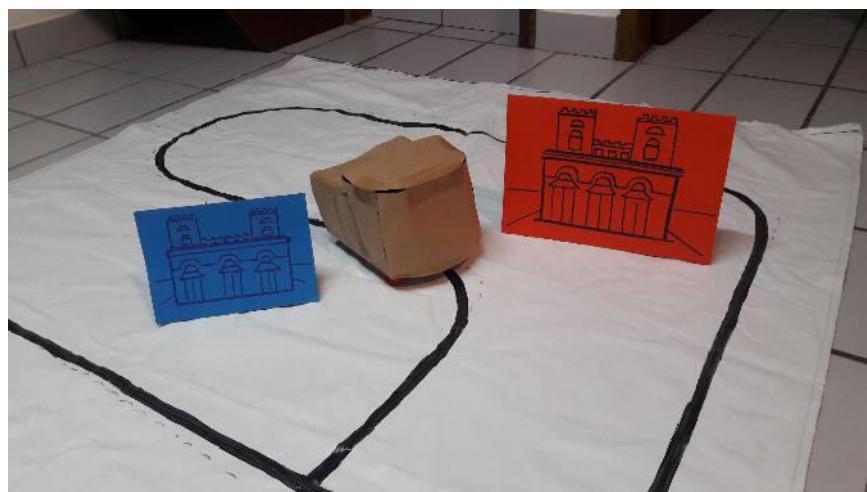
Fonte: elaborado pelos autores.

Para que o kit tenha aspecto de cidade, previu-se que sejam utilizados itens representando determinados locais. A escolha foi estabelecida em função da aproximação com o contexto local (utilizando nomes de bairros do município de Florianópolis e do conteúdo abordado pelo kit (coleta e encaminhamento inteligente de resíduos sólidos urbanos). Os locais definidos foram doze pontos de parada, sendo seis bairros e seis locais tais como:

Biodigestor, Centro de Compostagem, horta Comunitária, Central de Triagem, Aterro Sanitário, Reciclagem.

O projeto tal como está prevê a interação com os locais, tanto bairros ou locais de disposição de resíduos orgânicos, recicláveis ou rejeitos. Há, entretanto, possibilidade de desenvolver mais o projeto no futuro e ampliar as possibilidades de interação para todos os locais da cidade. Enquanto isto não ocorre, os demais locais servem ao propósito de ilustrar a cidade. O projeto prevê que os materiais sejam impressos em adesivo e recortados por meio do corte a laser. Para estabelecer o tamanho destes elementos, foi confeccionado um mockup (figura 08) e, em avaliação junto à equipe, considerou-se que o tamanho ideal para os itens da cidade seja de cerca de 148mm por 210 mm. A peça vermelha tem tamanho A4 e a azul, tamanho A5.

Figura 08: Mockups para avaliar a dimensão das peças.



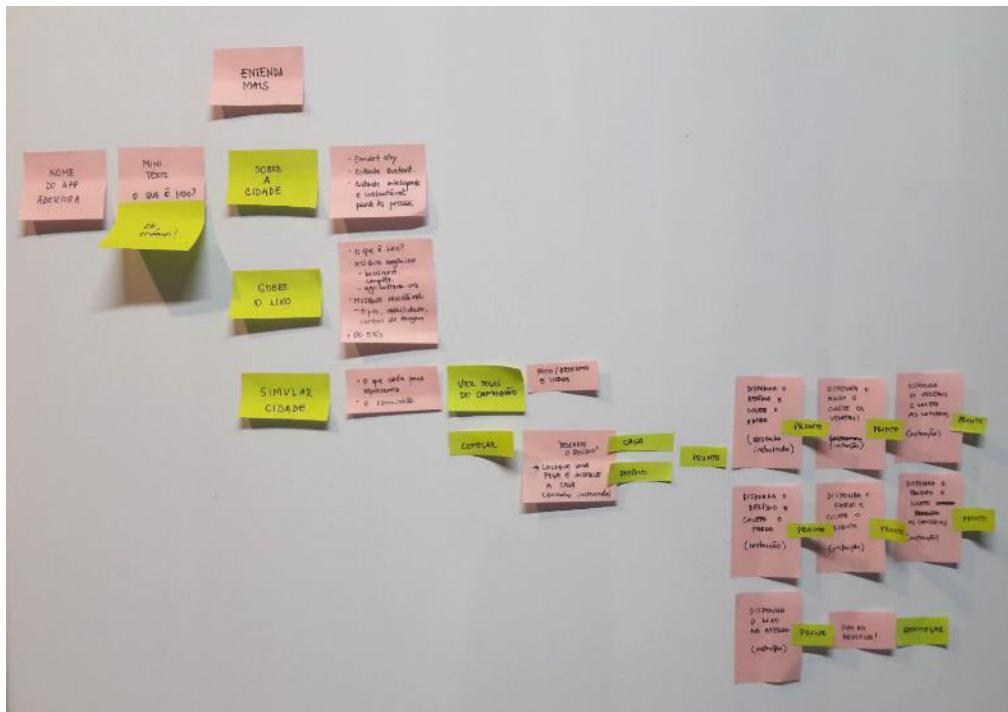
Fonte: elaborado pelos autores.

Com o tabuleiro e o caminhão desenvolvidos foi iniciada a programação do caminhão e o desenvolvimento do aplicativo de celular para comandar o caminhão por bluetooth.

### 3.2.2 Aplicativo de Celular

Para o controle do caminhão foi desenvolvido o comando via app. Para isso foi feita uma lista dos principais conteúdos os quais deveriam constar nele: informações sobre cidade inteligente, cidade sustentável, resíduos sólidos urbanos e seus respectivos processos de tratamento e disposição final; informações sobre os elementos do kit (caminhão, itens da cidade e tabuleiro); instruções de uso do kit e comando do caminhão por meio do próprio aplicativo. A primeira ideia de arquitetura da informação do aplicativo foi esboçada utilizando post-its (figura 09). A ideia foi melhor desenvolvida digitalmente, no software Illustrator e, então, apresentada no dia 06 de maio de 2021 em reunião virtual com a participação da equipe do projeto (figura 10). A partir da exposição do resultado parcial, foram identificadas as inconsistências do esboço de aplicativo e sugeridas as alterações. Ficou definido que a função do caminhão deveria ser: coletar os resíduos (recicláveis, orgânicos e rejeitos) nos bairros da cidade. Também seria possível coletar mais de um resíduo por vez. Os botões deveriam ser nomeados de forma a facilitar a compreensão, também deveriam ser adicionadas opções de retorno à tela anterior e um menu, para que houvesse maior interatividade com aplicativo. Para que fosse mais explorada a conexão do caminhão com o aplicativo, foi sugerida a inserção de uma tela de acompanhamento do trajeto de coleta de resíduos, a qual exibiria um mapa da cidade e o deslocamento do caminhão em tempo real.

Figura 09: imagem da arquitetura da informação do primeiro esboço do aplicativo.



Fonte: elaborado pelos autores

A versão final do aplicativo conta com diversas ilustrações (a logo, os locais da cidade, a resposta ao usuário no fim da coleta, etc), que foram desenvolvidas a partir de modificações de imagens vetorizadas obtidas no site FreePik. Os ícones utilizados nos botões foram adquiridos no banco de ícones do Google Material Design. Na etapa de refinação, também foram desenvolvidos os textos dos conteúdos do aplicativo.

Foi escolhida a cor verde para a tela de abertura, azul para o menu principal, cinza para as telas de explicação sobre a cidade e sobre o resíduo, verde para a explicação sobre o kit pedagógico, roxo para a tela de interação com o aplicativo e amarelo para a tela que exibe os componentes do caminhão robótico. Os botões do aplicativo foram desenvolvidos de forma semelhante entre si, mantendo o contraste com o fundo e a coerência com a cor da tela para onde eles direcionam. Os botões utilizados para fechar avisos e voltar à tela anterior apresentam tamanho menor, visto que são menos importantes.

O aplicativo, então, apresenta a seguinte estrutura:

- Tela inicial com a logo do projeto.
- Menu principal (home) com quatro botões.
- Sobre a cidade: direciona à página com conteúdo sobre cidade inteligente, cidade sustentável, cidade inteligente e sustentável.
- Sobre o lixo: direciona à página com conteúdo sobre resíduo orgânico e resíduo reciclável.
- Sobre o kit: direciona à página com instruções de uso do kit pedagógico e interação entre o app e o kit (as “regras do jogo”).

- Há um novo direcionamento para uma página sobre os componentes eletrônicos do caminhão robótico.
- Começar: direciona à página que possibilita interação com o kit.
- Menu secundário presente na base das demais páginas.
- O ícone de menu apresenta as opções das páginas: cidade, resíduo e kit.
- O ícone de mapa direciona para o mapa da cidade.
- O ícone de home direciona para o menu principal.

Há botões de retorno, de abertura de abas, de fechamento de avisos, de seleção de opções, de rolagem da página e um ícone clicável de trajeto sendo percorrido (para indicar que há uma coleta em andamento enquanto o usuário navega pelo app).

Figura 10: Rascunho da arquitetura da informação do aplicativo.



Fonte: elaborado pelos autores

Na etapa de refinamento do aplicativo, foram ajustadas as cores, para que houvesse maior coerência entre as cores dos botões e das páginas para as quais eles direcionam. Também foram desenvolvidos os textos presentes em cada tela do aplicativo; adicionados menu para facilitar a navegação; ícones para indicar que há coleta em andamento (sem que seja necessário manter a tela do mapa acionada); ícones para tornar a tela de coleta de resíduos mais interativa (exibindo a lista de programação de coleta, permitindo a interrupção do trajeto e adição de novas coletas). Posteriormente ao refinamento do projeto, foi feita uma programação simplificada das primeiras páginas do aplicativo utilizando o App Inventor, ferramenta de programação por blocos criada pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Figura 11 mostra o refinamento e algumas telas definitivas.

Figura 11: Telas de coleta bairro – central de triagem



Fonte: elaborado pelos autores

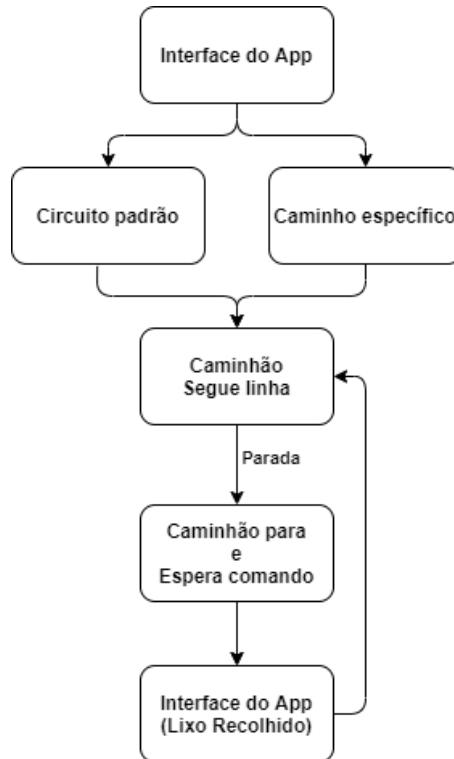
A seguir a descrição do processo de programação do caminhão realizado pelo estudante de engenharia de automação.

### 3.2.3 Programação do caminhão

A lógica de programação é baseada em um robô seguidor de linha automático, mas com uma pequena interação com o usuário, tornando o conceito de internet das coisas mais lúdico e interativo. Além disso, como o intuito do kit é de representar um caminhão de coleta seletiva, foi implementado dois tipos de trajeto que o robô poderia percorrer, um em que o caminhão percorre o percurso parando em todas as paradas e outro em que ele somente para em uma parada específica. Tudo isso sendo controlado pelo usuário no aplicativo de celular, que também libera o caminhão para prosseguir o caminho quando o resíduo tiver sido recolhido.

O fluxograma da figura 12 representa uma parte da lógica de programação do caminhão.

Figura 12: Fluxograma da lógica de programação



Fonte: elaborado pelos autores.

Para uma melhor descrição do funcionamento do código, foi separado o mesmo em 3 tópicos: Seguidor de linha; Identificação de uma parada; Seleção do tipo de trajeto e Conexão Bluetooth.

### Seguidor de linha

Esta parte é responsável pelo movimento do caminhão, que utiliza 4 sensores infravermelhos para guiar o robô através da linha. Na Figura 13 é possível visualizar os comandos de código utilizados.

Figura 13: Parte de programação do seguidor de linha

```

//Seguir Linha
if(!digitalRead(sensorS2)) //sensor esquerdo está na linha preta?
{
  digitalWrite(motorDir, HIGH);
  digitalWrite(motorEsq, LOW);
}
if(!digitalRead(sensorS4)) //sensor direito está na linha preta?
{
  digitalWrite(motorDir, LOW);
  digitalWrite(motorEsq, HIGH);
}
else //ambos os sensores estão fora da linha preta?
{
  digitalWrite(motorDir, HIGH);
  digitalWrite(motorEsq, HIGH);
}

if(!digitalRead(sensorS1) && !digitalRead(sensorS5) //Todos os sensores detectam linha preta? (cruzamento)
  && !digitalRead(sensorS2) && !digitalRead(sensorS4)
  && !digitalRead(sensorS3))
{
  digitalWrite(motorDir, HIGH);
  digitalWrite(motorEsq, HIGH);
}
  
```

Fonte: elaborado pelos autores.

## Identificação de uma parada

Para a identificação das paradas foram utilizados dois tipos de sensores diferentes, o sensor de cor e dois dos sensores infravermelhos. Com isso foi possível criar 12 paradas diferentes, demarcadas por 6 cores e uma lógica binária nos dois sensores IR.

Na figura 14 um exemplo do código que representa esse funcionamento.

Figura 14: Parte de programação de identificação de uma parada

```
//Cor vermelha 10
if ((valorVermelho < valorAzul) && (valorVermelho < valorVerde) && (valorBranco < 100)
    && !digitalRead(sensorS1) && digitalRead(sensorS5))
{
  Serial.println("Vermelho (10)");
  paradaAtual = 1;
  parada = true;
}
```

Fonte: elaborado pelos autores.

## Seleção do tipo de trajeto e Conexão Bluetooth

Como citado anteriormente, foram desenvolvidos dois tipos de trajetos que podem ser selecionados. Para isso foi implementada a conexão Bluetooth com um aparelho celular, recebendo e enviando sinais. No aplicativo criado é possível selecionar qual tipo de trajeto se deseja e também permitir que o caminhão prossiga ou inicie o trajeto através de um botão.

Na figura 15 está a parte do código que demonstra como o sinal Bluetooth é recebido e a lógica de escolha do trajeto.

Figura 15: Parte da programação

```
//Receber dados do celular
if (SerialBT.available())
{
  char recebido = SerialBT.read();
  Serial.write(recebido);

  if (recebido == 'R') //lixo recolhido, permitido continuar ou iniciar o trajeto
  {
    parada = false;
  }
  //pular paradas e parar somente na parada desejada
  if (recebido == '1')
  {
    paradaAlvo = true;
    alvoParada = 1;
  }
  if (recebido == 'C') //Retornar ao trajeto comum
  {
    paradaAlvo = false;
    alvoParada = 0;
  }
}

while(paradaAlvo == false) //Trajeto com circuito comum
{
  while(parada == false) //Se não estiver em uma parada, continua seguindo o caminho
  {
```

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a programação do caminhão e projeto gráfico e programação do app o caminhão foi materializado em impressora 3D com PLA e feitas as montagens para testes.

#### 4 Discussão

O tema de robótica, cidades inteligentes e problema como a coleta e destino adequado dos resíduos, melhoria de sistemas de mobilidade devem ser conhecidos e compreendidos, de forma a saber como a tecnologia pode ajudar para facilitar a mobilidade urbana, aumentar a eficiência. O kit de robótica busca que de forma lúdica e divertida esses conceitos sejam aprendidos por crianças do ensino público de 7 a 11 anos por meio de uma ferramenta que permite interagir, criar curiosidade e aproximar a robótica básica como meio do ensino de robótica. O design pode contribuir criando produtos com o mostrado neste artigo em que o desenvolvimento de produtos e app de baixo custo conseguem divulgar a tecnologia para um público de escolas públicas. Também, é importante que se tenha nos cursos de design de produto disciplinas de programação e *smart design* para que os alunos tenham conhecimento para desenvolvimento com tecnologia embarcada.

#### Conclusões

Ao fim da primeira etapa do período do projeto, têm-se os seguintes resultados: o tabuleiro, caminhão robótico, 50 telas do aplicativo de celular, a programação do circuito do percurso do caminhão e as paradas que ele deve fazer. Este conjunto recebe o nome de InteliGente: a cidade do futuro. Em 2022 o projeto teve continuidade com a criação de outros serviços da cidade (balsa, monotrilho, bondinho, casa e ambulância). O conjunto apresentado neste artigo, simula de forma lúdica a coleta de resíduos sendo realizada por um caminhão. O projeto está sendo ampliado e desenvolvido por outros alunos para poder simular outros aspectos de uma cidade para além da coleta de resíduos, como: o transporte de pessoas, coleta de água de chuva, ambulância, casa automatizada etc. Mostrando como os serviços podem ser automatizados em uma cidade. Considerando a temática da sustentabilidade na cidade inteligente, é possível vislumbrar um modelo de kit que apresente outras questões, como o controle da rede pluvial, o controle da poluição das águas ou poluição atmosférica, o monitoramento do desmatamento, etc. Com o retorno as aulas após o período de afastamento pelo covid 19 quando o kit esteja mais completo será levado para as escolas para divulgação do brinquedo entre os jovens. O resultado desse trabalho mostra a importância do trabalho em equipe e da multidisciplinaridade do design com a engenharia de automação. Também o auxílio do trabalho do aluno com bolsa de IC e a dedicação da equipe de professores e alunos em tempo de ensino remoto.

#### 4 Referências

ABDALA, Lucas Novelino; SCHREINER, Tatiana; COSTA, Eduardo Moreira da; SANTOS, Neri dos. **Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento de cidades sustentáveis?** Uma revisão sistemática de literatura. International Journal of Knowledgegement, Engineering and Management. ISSN 2316-6517, Florianópolis, v. 3, n.5, p. 98-120, mar2014/jun2014.

ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE M. **Towards a Formal Definition of Educational Robotics** DOI: 10.15203/3187-22-1-08 July, 2018.

AUNE, Anne. Human Smart Cities – **O cenário brasileiro e a importância da abordagem joined-up na definição de Cidade Inteligente.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Orientador: Prof. Rafael Soares Gonçalves. Rio de Janeiro, setembro de 2017.

BENITES, Ana Jane. **Análise das cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro.** 2016. 1 recurso online (224 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321541>> . Acesso em: 10 fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> Acesso em: 17 mar. 2021.

CASTRO, Renato de. **Smart Brazil - Tropicalizando o conceito de cidades inteligentes.** 2015. Revista Fonte. Cidades inteligentes, práticas colaborativas. Tecnologia da Informação na Gestão. Revista de Direito da Cidade, vol. 10, nº 3. Disponível em: <[https://www.prodemge.gov.br/images/com\\_arismartbook/download/17/revista\\_15.pdf](https://www.prodemge.gov.br/images/com_arismartbook/download/17/revista_15.pdf)> Acesso em: 25 fev. 2021.

CASTRO, Marco Aurélio Soares de; LAFRATTA, Jacqueline Mazini. **Aplicação dos conceitos e ferramentas de IoT à gestão da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos: uma exploração inicial.** 2020. 1º Simpósio Brasileiro Cidades + Resilientes. 28 a 30 out 2020. p. 533-546. Disponível em: <<https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/7157/form3814221664.pdf>> Acesso em: 01 mar 2020.

EXATI. ISO 37122: a resolução das cidades inteligentes. a resolução das cidades inteligentes. 2020. Disponível em: <https://blog.exati.com.br/iso-37122-a-resolucao-das-cidades-inteligentes/> . Acesso em: 24 mar. 2021.

FERREIRA, Maurício Lamano *et al.* **Cidades inteligentes e sustentáveis:** problemas e desafios. BENINI, Sandra Medina; GODOY, Jeane Aparecida Rombi de. **Estudos Urbanos: Uma abordagem interdisciplinar da cidade contemporânea,** p. 81-111, 2015.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; ARAÚJO, Douglas da Silva. **O direito à cidade no contexto das Smart Cities:** o uso das tics na promoção do planejamento urbano inclusivo no brasil. Revista de Direito da Cidade, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 1788-1812, 2018. Trimestral.

GONÇALVES, Marluce Torquato Lima; NUNES, João Batista Carvalho. **Tecnologias de informação e comunicação: limites na formação e prática dos professores.** 29ª Reunião Anual de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED). Caxambu, MG, 2006. Disponível em: <[http://www.radiofaced.ufba.br/twiki/pub/GEC/TrabalhoAno2006/tecnologias\\_de\\_informacao.pdf](http://www.radiofaced.ufba.br/twiki/pub/GEC/TrabalhoAno2006/tecnologias_de_informacao.pdf)> Acesso em: 01 mar 2021.

HELSPER, Ellen Johanna. **Introdução: por que estudos baseados em localização oferecem novas oportunidades para uma melhor compreensão das desigualdades sociodigitais?** In: BR, Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto (ed.). **Desigualdades Digitais no Espaço Urbano:** um estudo sobre o acesso e o uso da internet na cidade de São Paulo. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019. p. 19-42. Disponível em: [https://ctic.br/media/docs/publicacoes/7/11454920191028-desigualdades\\_digitais\\_no\\_espaco\\_urbano.pdf](https://ctic.br/media/docs/publicacoes/7/11454920191028-desigualdades_digitais_no_espaco_urbano.pdf) Acesso em: 17 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua:** acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2018. 2018. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101705\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101705_informativo.pdf) Acesso em: 17 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos** - relatório de pesquisa. 2012. Disponível em: <http://protegeer.gov.br/images/documents/59/16.%20IPEA,%202012.pdf> Acesso em: 17 mar. 2021

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Rotas tecnológicas integradas**: planta-piloto de separação e tratamento de resíduos sólidos no projeto rsu energia do ipt inicia operações. Planta-piloto de separação e tratamento de resíduos sólidos no Projeto RSU Energia do IPT inicia operações. 2018. Disponível em: [https://www.ipt.br/noticia/1427-rotas\\_tecnologicas\\_integradas.htm](https://www.ipt.br/noticia/1427-rotas_tecnologicas_integradas.htm) Acesso em: 24 mar. 2021.

JUNDIAÍ. Assessoria de Imprensa. Prefeitura de Jundiaí. **Gestão de resíduos ganha prêmio em evento sobre cidades inteligentes**. 2018. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2018/04/18/gestao-de-residuos-e-premiada-em-evento-sobre-cidades-inteligentes/>. Acesso em: 24 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. **Boa gestão e combate ao descarte irregular colocam Jundiaí na vanguarda**. 2019. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2019/10/09/boa-gestao-e-combate-ao-descarte-irregular-colocam-jundiai-na-vanguarda/>. Acesso em: 24 mar. 2021.

KON, Fábio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. **Computação aplicada a Cidades Inteligentes**: Como dados, serviços e aplicações podem melhorar a qualidade de vida nas cidades. In: Jornadas de Atualização em Informática (JAI) 2017. 46p. 1ed. Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Edição: Flávia C. Delicato, Paulo F. Pires, Ismar Frango Silveira. 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/318947299>> Acesso em 26 set. 2017

LAZZARETTI, K., SEHNEM, S. & BENCKE, F. F., Machado, H. P. V. (2019). **Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, e20190118. DOI <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190118>

MARCA, José Roberto Boisson de et al (coord). **Cidades Inteligentes e Sustentáveis: conceitos para contribuir com a transformação das áreas urbanas brasileiras**. In: JERSON LIMA SILVA (Rio de Janeiro) (coord). Projeto de Ciência para o Brasil. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2018. p. 185-205. ISBN: 978-85-85761-47-9. Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Projeto-de-Ciencia-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

MUNDIAL. **Kit Chassi 4WD 4 Rodas Com Pneu para Carro e Robo para Arduino**. Mundial componentes eletrônicos. [Sa]. Disponível em: <https://mundialcomponentes.com.br/produtos/detalhes/kit-chassi-2wd-carro-e-robo-para-arduino/> Acesso em 21 mai. 2021.

OLIVEIRA NETO, Raul; PETTER, Carlos Otávio. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em Comparação com Países Desenvolvidos**. In: Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 1., 2018, Gramado. *Anais* [...]. Gramado: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, 2018. v. 1, p. 1-9. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/IV-081.pdf> Acesso em: 17 mar. 2021.

SAMPAIO, Leobino Nascimento. **Cidades inteligentes. Salvador**: UFBA, Escola de Administração; Superintendência de Educação a Distância 2020. 63 p. ISBN 9786556310107. Disponível em: <[https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/32559?mode=full&submit\\_simple>Show+full+item+ecord](https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/32559?mode=full&submit_simple>Show+full+item+ecord)> Acesso em 10 fev. 2021.

SILVA, Fernando Eduardo Costa e; ROBLES, Léo Tadeu. Gestão de resíduos sólidos não convencionais: caso do geresol - centro de gerenciamento de resíduos sólidos de jundiaí :: sp. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 38-49, dez. 2011. Disponível em: [http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/22-07\\_Materia\\_5\\_final\\_artigos288.pdf](http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/22-07_Materia_5_final_artigos288.pdf). Acesso em: 24 mar. 2021.

SMARTPLANET. **Blockchain agiliza a gestão de resíduos**. 2020. Disponível em: <https://www.smartplanet.pt/news/smart-cities/blockchain-agiliza-a-gestao-de-residuos>. Acesso em: 24 mar. 2021

SOUZA, Paulo Victor Barbosa de. **Mapas colaborativos na Internet**: um estudo de anotações espaciais dos problemas urbanos. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura Contemporâneas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012. 168 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/5963/1/Paulo%20Victor%20-Mapas%20Colaborativos%20na%20Internet.pdf>> Acesso em: 17 mar. 2021.

STRAPAZZON, Carlos Luiz. Convergência tecnológica nas políticas urbanas: pequenas e médias “cidades inteligentes”. Convergência Tecnológica nas Políticas Urbanas. Curitiba, n. 22, Temática n. 6, p. 89-108, 2009. Disponível em: <<https://egov.ufsc.br/portal/conteudo/converg%C3%A3ncia-tecnol%C3%B3gica-nas-pol%C3%ADticas-urbanas-pequenas-e-m%C3%A9dias-%E2%80%9Cidades-inteligentes%E2%80%9D>> Acesso em 25 fev. 2021.

WEISS, Marcos Cesar. **Cidades Inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos**: estudo de caso da cidade de porto alegre. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Empresas, Centro Universitário, Fei, São Paulo, 2013.