

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA

Ronem Matos Lavareda Filho

**SISTEMA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE DE UMA HORTA
ESCOLAR BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO**

Itacoatiara
2017

Ronem Matos Lavareda Filho

**SISTEMA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE DE UMA HORTA ESCOLAR
BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO**

Monografia apresentada como requisito de aprovação na disciplina de Projeto Orientado em Informática na Educação II do curso de Licenciatura em Computação, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT/UEA, sob a orientação do Prof.Msc. Jhonathan Araújo Oliveira

Itacoatiara

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

L396s

Lavareda Filho, Ronem Matos

Sistema de Monitoramento Inteligente de uma Horta Escolar baseado na Plataforma Arduino / Ronem Matos Lavareda Filho. Manaus : [s.n], 2017.

64 f.: color.; 29 cm.

TCC - Graduação em Licenciatura em Computação - Licenciatura - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2017.

Inclui bibliografia

Orientador: Oliveira, Jhonathan Araújo

1. Agentes Inteligentes. 2. Arduino. 3. Horta Escolar. I. Oliveira, Jhonathan Araújo (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Sistema de Monitoramento Inteligente de uma Horta Escolar baseado na Plataforma Arduino

**SISTEMA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE DE UMA HORTA ESCOLAR
BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO**

Ronem Matos Lavareda Filho

Monografia apresentada como requisito de aprovação na disciplina de Projeto Orientado em Informática na Educação II do curso de Licenciatura em Computação, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT/UEA, sob a orientação do Prof. Mestre. Jhonathan Araújo Oliveira.

(Orientador)

(Membro da Banca)

(Membro da Banca)

Itacoatiara

2017

A Deus, que se mostrou Criador, que foi Criativo. Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, ao meu pai Ronem Lavareda, minha mãe Regina Lavareda, meus irmãos Renner e Rizia, minha esposa Jheinne Lavareda, ao meu orientador Jhonathan Araújo Oliveira pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia. Aos meus professores e a equipe técnica Pamela, Aldir e Naikson pelo apoio.

RESUMO

A Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) tem emergido como uma nova plataforma de computação capaz de conectar objetos comuns a internet. Dentre as aplicações oportunizadas pela IoT, destacam-se as que estão voltadas para as questões ambientais, o monitoramento de animais, condições climáticas, detecção de focos de incêndio. Entre as principais tecnologias voltadas para este contexto, destaca-se a utilização do Arduino. Entretanto, aplicações voltadas para a IoT, em geral, incorporam certo grau de complexibilidade, uma vez que envolvem a análise integrada de dados de um ambiente dinâmico e em constante alteração. Deste modo, características como autonomia e proatividade, fazem com que a utilização de agentes inteligentes, se torne uma necessidade ou solução apropriada para o gerenciamento deste tipo de sistemas (JENNINGS, 2001). Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo conceber um sistema multi-agente de monitoramento de uma horta escolar baseado na plataforma Arduino, com o intuito de informar, em tempo real, o contexto deste ambiente, bem como apoiar a prática de Educação Ambiental dos alunos do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Tendo em vista que as preocupações acerca de situações que envolvem o meio ambiente têm impulsionado a realização de ações que visam sensibilizar, conscientizar e indicar o papel da sociedade na preservação do planeta. Nessa perspectiva, a escola pode exercer um papel fundamental, uma vez que a exploração da relação dos alunos com o meio ambiente, pode favorecer o desenvolvimento de hábitos sustentáveis e ecologicamente corretos. Com base nas avaliações do questionário, obtivemos uma boa aceitação pelos participantes, a aplicação do sistema de monitoramento na horta da escola, contribuiu aos alunos a oportunidade de realizar tarefas práticas de Educação Ambiental, desenvolvendo hábitos sustentáveis, trabalhando de modo diferenciado e obtendo resultados esperados.

Palavra Chave: Agentes Inteligentes, Arduino, Horta Escolar.

ABSTRACT

Internet of Things (IoT) has emerged as a new computing platform capable of connecting ordinary objects to the Internet. Among the applications offered by IoT, we highlight the ones that are focused on environmental issues, animal monitoring, climatic conditions, detection of fire outbreaks. Among the main technologies focused on this context is the use of Arduino. However, IoT-based applications generally incorporate some degree of complexity, since they involve integrated data analysis of a dynamic and constantly changing environment. Thus, characteristics such as autonomy and proactivity, make the use of intelligent agents, become a necessary or appropriate solution for the management of this type of systems (JENNINGS, 2001). Therefore, the present work aims to design a multi-agent monitoring system of a school garden based on the Arduino platform, in order to inform, in real time, the context of this environment, as well as to support the practice of Environmental Education of students of the 1st year of high school of the Prof.^a Mirtes Rosa Mendes State School of Mendonça Lima. Considering that the concerns about situations involving the environment have driven actions to raise awareness, awareness and indicate the role of society in the preservation of the planet. In this perspective, the school can play a fundamental role, since the exploitation of the students' relationship with the environment, can favor the development of ecologically correct and sustainable habits. Based on the evaluation of the questionnaire, we obtained a great acceptance by the participants, the application of the monitoring system in the school garden, contributed to the students the opportunity to perform practical tasks of Environmental Education, developing sustainable habits, working in a different way and obtaining expected results.

Keyword: Intelligent Agents, Arduino, School Vegetable Garden.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esboço do ambiente computacional a ser construído.....	14
Figura 2: Representação da IoT.....	18
Figura 3: Agente Inteligente.....	21
Figura 4: Sistema de monitoramento de focos de incêndio	24
Figura 5: Placa Arduino UNO	26
Figura 6: Mark Zuckerberg, criador da rede social Facebook.....	29
Figura 7: Diagrama da Metodologia.....	37
Figura 8: Esboço do ambiente computacional a ser construído.....	38
Figura 9: Socialização do Projeto.....	41
Figura 10: Sistema de Monitoramento escolar em funcionamento na Escola Estadual Mirtes Rosa	42
Figura 11: Gráfico 1 – Referente a P1 do questionário.....	45
Figura 12: Gráfico 2 – Referente a P2 do questionário.....	46
Figura 13: Gráfico 3 – Referente a P3 do questionário.....	47
Figura 14: Gráfico 4 – Referente a P4 do questionário.....	48
Figura 15: Gráfico 5 – Referente a P5 do questionário.....	48
Figura 16: Gráfico 6 – Referente a P6 do questionário.....	49
Figura 17: Gráfico 7 – Referente a P7 do questionário.....	50
Figura 18: Gráfico 8 – Referente a P8 do questionário.....	51
Figura 19: Gráfico 9 – Referente a P9 do questionário.....	52
Figura 20: Gráfico 10 – Referente a P10 do questionário	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação dos Agentes	39
Tabela 2: Perguntas formuladas para o questionário de avaliação do estudo de caso	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO – Monóxido de Carbono

CO2 – Dióxido De Carbono

EUA – Estados Unidos da América

IoT – *Internet of Things* (Internet das Coisas)

IA – Inteligência Artificial

IDE – Ambiente de Desenvolvimento Integrado

JADE – *Java Agent Development Framework*

LED – simulador do aquecedor elétrico

PHP – *Hypertext Preprocessor*

SMA – Sistema Multi-Agente

UEA – Universidade do Estado do Amazonas

UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia

UML - Linguagem de Modelagem Unificada

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

FIPA - *Foundation For Intelligent, Physical Agents*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICATIVA	14
1.3 OBJETIVO GERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 INTERNET DAS COISAS	17
2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)	18
2.3 AGENTES INTELIGENTES	20
2.3.1 TIPOS BÁSICOS DE AGENTES	22
2.4 SISTEMAS MULTI-AGENTES	22
2.5 SISTEMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAIS	23
2.6 ARDUINO	25
2.7 A IMPORTÂNCIA DE UMA HORTA NA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	26
2.8 REDE SOCIAL – FACEBOOK	29
2.9 TRABALHOS RELACIONADOS	32
2.9.1 CONSTRUINDO SISTEMAS MULTI-AGENTES NO CONTEXTO DE INTERNET DAS COISAS	32
2.9.2 PROJETO DE UMA PLATAFORMA SENSORIAL PARA MONITORAMENTO DE TEMPERATURA, UMIDADE, MONÓXIDO E DIÓXIDO DE CARBONO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA	33
2.9.3 ESTUFA AGRÍCOLA AUTOMATIZADA UTILIZANDO MICRO CONTROLADOR ARDUÍNO E COMUNICAÇÃO SERIAL	34
2.9.4 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DE AGENTES INTELIGENTES IMPLEMENTADO COM TECNOLOGIA ARDUINO	34
2.9.5 GERENCIAMENTO DE ENERGIA AUTÔNOMA BASEADO EM ARDUINO DE UMA MICRO-REDE SOLAR USANDO MULTI-AGENTES	35
3 METODOLOGIA	37
4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
Apêndice A	59
Apêndice B	60
Apêndice C	62
Apêndice D	64

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) tem emergido como uma nova plataforma de computação capaz de conectar objetos comuns a internet, torná-los de algum modo inteligentes a ponto de reunir, analisar e distribuir dados sensorizados pelos mesmos e transformar em informação (conhecimento).

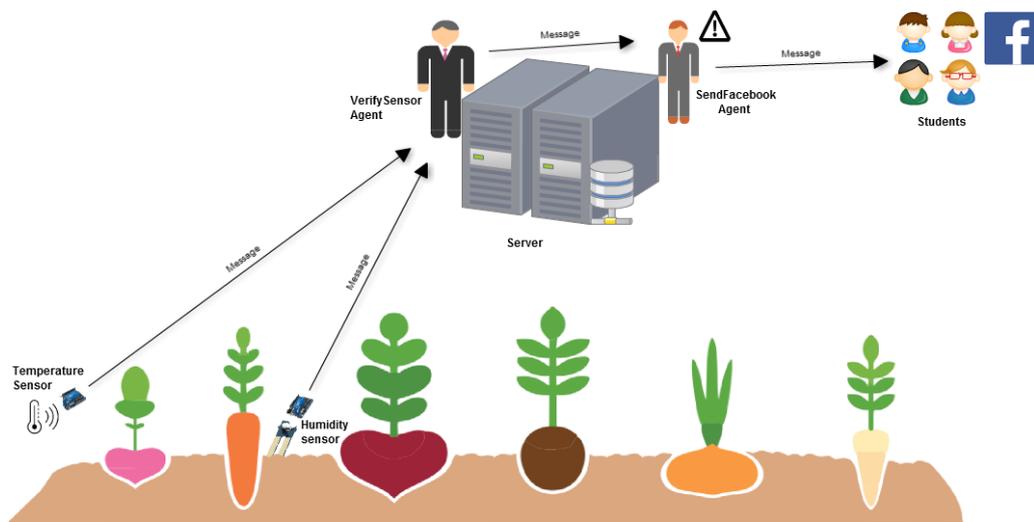
Dentre as aplicações oportunizadas pela IoT, destacam-se as que estão voltadas para as questões ambientais, o monitoramento de animais, condições climáticas, detecção de focos de incêndio, classificação e identificação de comportamentos e anomalias. Em geral, as abordagens propostas têm como principal objetivo a compreensão de eventos gerados em um determinado ambiente, a fim de possibilitar a adoção de ações preditivas, adaptativas e corretivas.

Entre as principais tecnologias voltadas para este contexto, destaca-se a utilização do Arduino. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source*, que permite, por exemplo, sensoriar com baixo custo financeiro características do mundo físico, tais como temperatura, umidade, som e movimento (SUNG, 2014).

Entretanto, aplicações voltadas para a IoT, em geral, incorporam certo grau de complexibilidade, uma vez que envolvem a análise integrada de dados de um ambiente dinâmico e em constante alteração. Deste modo, características como autonomia e proatividade, fazem com que a utilização de agentes inteligentes, se torne uma necessidade ou solução apropriada para o gerenciamento deste tipo de sistemas (JENNINGS, 2001). Um agente inteligente é uma entidade autônoma que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre o mesmo utilizando atuadores (RUSSEL e NORVIG, 2013).

Diante desta perspectiva, o presente trabalho visa conceber um sistema multi-agente de monitoramento de uma horta escolar baseado na plataforma Arduino, com o intuito de informar, em tempo real, o contexto deste ambiente, bem como apoiar a prática de educação ambiental dos alunos do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Profª Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. A figura 1 apresenta o esboço do ambiente computacional a ser construído.

Figura 1: Esboço do ambiente computacional a ser construído.



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

As informações referentes aos dados coletados na horta serão enviadas para os alunos por meio de publicações na rede social Facebook. Para isso, o sistema possuirá um conjunto de agentes que irão atuar de forma colaborativa na aquisição, identificação e transmissão dos dados do ambiente. Sendo assim, os alunos poderão por exemplo, ser notificados sobre a necessidade de irrigação da horta.

A escolha do Facebook é motivada pelo seu crescente número de usuários, incluindo crianças e adolescentes. Desta forma, acredita-se que a integração do sistema com essa rede social poderá potencializar o envolvimento e o engajamento dos alunos com a situação da horta da escola.

1.2 JUSTIFICATIVA

Existem colunas que buscam preservar a vida, e que possuem uma grande influência na sobrevivência de uma sociedade como é o caso do meio ambiente, tema de suma importância e que necessita de maior atenção na atualidade, pois cada dano sofrido por este, causa grande impacto no nosso dia a dia. (SANTOS, 2002).

As preocupações acerca de situações deste contexto têm impulsionado a realização de ações que visam sensibilizar, conscientizar e indicar o papel da sociedade no meio ambiente. Nesta perspectiva, a escola pode exercer um papel

fundamental, uma vez que a exploração da relação dos alunos com o meio ambiente, pode favorecer o desenvolvimento de hábitos sustentáveis e ecologicamente corretos.

Neste contexto, encontra-se a educação ambiental, na qual visa promover a construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades e atitudes voltadas para conservação e sustentabilidade (LIPAL, 2015). Para isso, torna-se necessário oportunizar iniciativas que possam beneficiar a prática de educação ambiental. Dentre essas iniciativas, destaca-se, por exemplo, a inserção de uma horta no ambiente escolar. A horta inserida neste ambiente pode servir como um instrumento que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas aliando teoria e prática de forma contextualizada e auxiliando o processo de ensino-aprendizagem.

Nesta perspectiva, o presente trabalho tem como principal motivação o estudo sobre a integração de agentes inteligentes em sistemas de monitoramento, assim como, na investigação do impacto da utilização desses sistemas na prática de educação ambiental. Por meio do uso destas tecnologias, pretende-se incentivar o envolvimento dos alunos com a horta da escola e, conseqüentemente, apresentar na prática as conseqüências e as responsabilidades das ações da sociedade em relação ao meio ambiente, ajudando assim, a expandir o conhecimento dos alunos e sensibilizá-los de que a vida depende do ambiente e o ambiente depende de cada cidadão deste planeta. Com este sistema, os alunos poderão obter um aspecto prático sobre o impacto e as implicações que estas variáveis podem causar na horta e também relacioná-los com o meio ambiente de forma geral.

1.3 OBJETIVO GERAL

Conceber um sistema multi-agente de monitoramento de uma horta escolar baseado na plataforma Arduino, com o intuito de identificar e informar em tempo real o contexto deste ambiente, bem como apoiar a prática de educação ambiental dos alunos do 3º ano do ensino médio da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar o nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da horta escolar.
- ✓ Avaliar as potencialidades didáticas do sistema de monitoramento como um instrumento de auxílio a sensibilização e conscientização ambiental.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Tendo em vista o objetivo apresentado, este trabalho é constituído por 5 seções. Na Seção 2 descreve-se uma Fundamentação Teórica, a fim de proporcionar um embasamento para melhor compreensão deste projeto. Além disso, são apresentados alguns Trabalhos Relacionados, destacando as experiências de outros autores que desenvolveram trabalhos similares ao do presente projeto.

Na seção 3, apresenta-se a Metodologia. Na Seção 4 são expostos alguns Resultados Alcançados com realização deste trabalho. Por fim, as Referências Bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados alguns fundamentos necessários para um melhor entendimento deste trabalho. Inicialmente, descreve-se alguns conceitos relacionados a IoT, Inteligência Artificial, Agentes Inteligente e Sistemas Multi-agentes. Em seguida, caracteriza-se a plataforma Arduino e Sistemas de Monitoramento Ambiental. Por fim, são expostas algumas definições sobre a Importância de uma Horta na prática de Educação Ambiental.

2.1 INTERNET DAS COISAS

A Internet das Coisas (ATZORI et al. 2010) é um paradigma que preconiza um mundo de objetos físicos embarcados com sensores e atuadores, conectados por redes sem fio e que se comunicam usando a Internet, moldando uma rede de objetos capazes de realizar variados processamentos, capturar variáveis ambientais e reagir a estímulos externos.

A IoT é uma das principais tecnologias emergentes que contribuem para concretizar novos domínios de aplicação das tecnologias de informação e comunicação (TICs). Nesta perspectiva destaca-se o domínio de cidades inteligentes, no qual o uso de tecnologias avançadas de comunicação e sensoriamento visa prover serviços de valor agregado para os órgãos administrativos de tais cidades e para seus cidadãos (Zanella et al. 2014).

À medida que a IoT evolui, essas redes (Internet) e muitas outras estarão conectadas com muito mais recursos de segurança, análise e gerenciamento, isso permitirá que a IoT se torne ainda mais poderosa. Desta forma, a Internet se tornará em possíveis objetos sensoriais (temperatura, pressão, iluminação, vibração, umidade e estresse) permitindo que todos deixem de ser menos reativos e mais proativos.

Na Figura 2 ilustra-se a representação da IoT através de um cenário onde objetos do dia a dia como: televisão, cafeteira, carros etc. estão se comunicando mutualmente através de uma conexão com a internet. Seria uma espécie de intersecção do mundo digital com o mundo real. Dispositivos ditos como comuns poucos anos atrás já estão sendo modificados para atender esta nova realidade,

inteligentes, “os seres humanos”. O computador passará no teste se um interrogador humano, depois de propor algumas perguntas por escrito, não conseguir descobrir se as respostas escritas vêm de uma pessoa ou não.

A IA sistematiza e automatiza tarefas intelectuais e, portanto, é potencialmente relevante para qualquer esfera da atividade intelectual humana. (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Com o surgimento dos computadores no século XX, foram retomados estudos voltados para o campo da IA, visto que através destes foi possível simular comportamentos humanos. Um dos ramos mais explorados neste período foram as redes neurais, estudos com essa temática obtiveram crescimento exponencial, passando por uma explosão de aplicações e desenvolvimento de modelo, tornando parte indispensável dos estudos da IA.

Os estudos sobre Inteligência Artificial buscam entender a mente humana e imitar seu comportamento, levando em questões como: Como ocorre o pensar? Como o homem extrai o conhecimento do mundo? Como a memória, os sentidos e a linguagem ajudam no desenvolvimento da inteligência? Como surgem as ideias? Como a mente processa informações e tira conclusões decidindo por uma coisa ao invés de outra? Essas e muitas outras perguntam que a IA precisa responder para simular o raciocínio humano e implementar aspectos da inteligência.

Alguns campos de estudo dentro da IA com propósito de dotar a máquina de capacidade de raciocínio, aprendizado e auto aperfeiçoamento, alguns desses campos são descritos abaixo:

Processamento de Linguagem Natural – é o estudo voltado para a construção de programas capazes de compreender a linguagem natural (interpretação) e gerar textos.

Reconhecimento de Padrões – é uma das áreas de pesquisa bem avançadas da IA. A capacidade de reconhecimento de padrões permite ao programa reconhecer a fala em linguagem natural, os caracteres digitados e a escrita (ex; assinatura).

Visão de Computador – busca desenvolver formas do computador trabalhar com a visão bidimensional e tridimensional. Programas de jogos – é o estudo voltada para a construção de programas de jogos envolvendo raciocínio. Os jogos

computadorizados são um grande sucesso, ainda mais quando exibem um tipo de inteligência capaz de desafiar as habilidades do jogador.

O jogo de xadrez, por exemplo, foi utilizado para as primeiras experiências em programação do raciocínio artificial, onde o computador se tornou capaz de analisar milhões de jogadas por segundos para tentar derrotar o adversário.

Robótica – é o campo voltado para desenvolver meios de construir máquinas que possam interagir com o meio, ver, ouvir e reagir aos estímulos sensoriais.

Aprendizado – existem programas de IA que conseguem aprender certos fatos por meio da experiência, desde que esse conhecimento possa ser representado de acordo com a o formalismo adotado pelo o programa.

A Inteligência Artificial passou a ser reconhecida como ciência em 1956, assim como a biologia molecular. Atualmente, a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, do geral (aprendizagem e percepção) (RUSSELL e NORVIG, 2013). O que nos interessa neste momento é o que deu origem aos Sistemas de Agentes Inteligentes (agentes de *software*), que podem ser poderosas ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem.

2.3 AGENTES INTELIGENTES

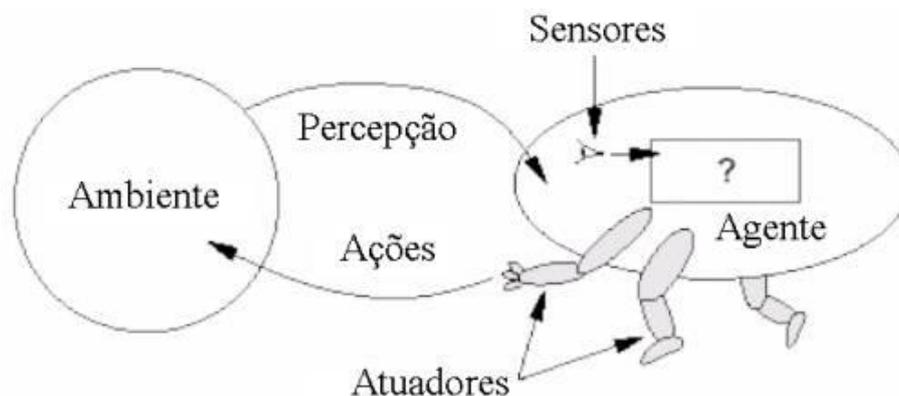
O conceito de agente é amplamente abordado em IA, bem como o uso de técnicas que podem ser utilizadas pelos agentes para execução de tarefas e tomada de decisões.

Um agente inteligente é uma entidade autônoma que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre o mesmo utilizando atuadores (RUSSEL e NORVIG, 2013).

O comportamento autônomo do agente implica na habilidade de executar sua tarefa por iniciativa própria, sem supervisão ou controle externo, detendo o controle sobre suas ações e estado interno (GONÇALVES, 2009).

A Figura 3 representa esquematicamente a interação entre o agente e seu ambiente. O agente percebe alterações no ambiente por meio de sensores e atua sobre o mesmo através de atuadores.

Figura 3: Agente Inteligente



Fonte: Adaptada de (RUSSEL e NORVIG, 2013).

Um outro aspecto bastante explorado em IA é o processo de aprendizagem. O aprendizado é uma das possíveis características dos agentes. Pode-se dizer que um agente irá aprender se conseguir melhorar o seu desempenho nas tarefas futuras a partir da observação do mundo.

Dessa forma, o conhecimento sobre o mundo faz-se necessário para que os agentes possam tomar boas decisões. Este conhecimento é armazenado em uma base de conhecimento, através de uma linguagem de representação do conhecimento (RUSSELL e NORVIG, 2013).

Um agente pode ocupar diferentes tipos de ambientes, que se classificam de acordo com suas propriedades, em Russell e Norvig (2013):

Acessível ou inacessível - Os sensores do agente dão acesso ao estado completo do ambiente em cada instante. Todos os aspectos relevantes do ambiente são acessíveis.

Determinístico ou não-determinístico – O próximo estado do ambiente é completamente determinado pelo estado atual e pela ação executada pelo agente. Se o ambiente é determinístico, exceto pelas ações de outros agentes, dizemos que o ambiente é estratégico – não existe incerteza sobre o estado que irá resultar da execução de uma ação.

Estático ou dinâmico – O ambiente não muda enquanto o agente pensa. Em contrapartida, um ambiente dinâmico é semidinâmico se ele não muda com a passagem do tempo, mas o nível de desempenho do agente se altera.

Discreto ou contínuo - Considerando as possíveis ações e percepções que o agente pode realizar em um ambiente discreto, existe um número finito e fixo de ações e percepções.

2.3.1 TIPOS BÁSICOS DE AGENTES

Segundo Russell e Norvig (2013), os agentes inteligentes são divididos em quatro tipos básicos, do mais simples ao mais geral.

Agentes reativos simples: Regras condição-ação (regras se-então) fazem uma ligação direta entre a percepção atual e a ação. O agente funciona apenas se o ambiente for completamente observável e a decisão correta puder ser tomada com base apenas na percepção atual.

Agentes reativos baseados em modelos: a percepção atual é combinada com o estado interno antigo para gerar a descrição atualizada do estado atual, baseado no modelo do agente de como o mundo funciona

Agentes baseados em objetos: Um agente baseado em modelos e orientado pelos objetivos. Ele monitora o estado do mundo, bem como um conjunto de objetivos que está tentando atingir e escolhe uma ação que (no final) levará à realização de seus objetivos

Agentes baseados na utilidade: A função utilidade do agente é essencialmente uma internalização da medida de desempenho. Se a função utilidade interna e a medida externa de desempenho estiverem em acordo, um agente que escolhe ações que maximizem a sua utilidade será racional de acordo com a medida de desempenho externa.

2.4 SISTEMAS MULTI-AGENTES

A maioria dos pesquisadores da IA no passado desenvolveram teorias, técnicas, sistemas de estudo e compreensão, comportamento e raciocínio, propriedades de uma única entidade cognitiva. A inteligência artificial amadureceu, e se empenha atualmente em estudar situações mais complexas e realistas, problemas de grande escala.

Tais problemas estão além das capacidades de um agente individual. A capacidade de um agente inteligente é limitada pelo seu conhecimento, recursos computacionais e sua perspectiva, ou seja, delimitado racionalmente (SIMON, 1957). Essa é uma das razões para criar ferramentas mais poderosas utilizando a modularidade e abstração de sistemas Multi-agente.

Um sistema multi-agente é basicamente um conjunto de Agentes autônomos capazes de trabalhar juntos para resolver problemas (WOOLRIDGE e OOLRIDGE, 2002).

Agentes inteligentes tem capacidades como reatividade, proatividade e habilidade social, as quais diferem pelo modo como os ajudam a satisfazerem seus objetivos.

Por outro lado, a reatividade diz respeito à capacidade de perceber e responder tempestivamente às mudanças no ambiente. Já a proatividade é a capacidade de ter um comportamento orientado ao seu objetivo, através da tomada de iniciativa.

E a habilidade social é a capacidade de interagir com outros agentes e, possivelmente, com humanos. Ela não envolve apenas troca de informações, mas também a possibilidade de realizarem relações de negociação e cooperação (RUSSELL e NORVIG, 2013).

2.5 SISTEMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Sistemas de monitoramento são bastantes utilizados em cenários ambientais. Esses sistemas auxiliam na detecção de possíveis problemas que podem causar prejuízos ao meio ambiente. Sua capacidade de prever e diminuir perdas de vidas ou desastres naturais estão ganhando destaque.

Através de sistemas de monitoramento, hoje podemos prever condições climáticas, detecção de focos de incêndio, classificação e identificação de comportamentos e anomalias e etc. (COLONNA, 2011).

De acordo com Petts (1999), monitoramento é em essência a coleta de dados com o propósito de obter informações sobre uma característica e/ou comportamento de uma variável ambiental. Para esta finalidade, o monitoramento normalmente

consiste de um programa de repetitivas observações, medidas e registro de variáveis ambientais e parâmetros operacionais em um período de tempo para um propósito definido.

Figura 4: Sistema de monitoramento de focos de incêndio



Fonte: (SLIDEPLAYER, 2017).

Normalmente, sistemas de monitoramento possuem serviços para tratar e analisar os dados recebidos em tempo real e verificar se uma possível anomalia existe para cada evento, através de uma comparação com um modelo definido por especialistas. Só então, por meio de serviços de notificação, envia alertas para os usuários do sistema.

De um modo mais genérico, Valle (1995) define monitoramento ambiental como sendo um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com objetivos de: documentar os impactos resultantes de uma ação proposta; alertar para impactos adversos não previstos, ou mudanças nas tendências previamente observadas; oferecer informações imediatas, quando um indicador de impactos se aproximar de valores críticos; oferecer informações que permitam avaliar medidas corretivas para modificar ou ajustar as técnicas utilizadas.

O período de monitoramento deve cobrir desde a fase de concepção do empreendimento, passando pelas fases de construção, montagem e operação e deve terminar após a vida útil do empreendimento.

Dentre os sistemas de monitoramento ambiental mais comuns, destaca-se os de detecção de queimadas, conforme visto na Figura 4. O monitoramento de queimadas em imagens de satélites é útil para grandes áreas e regiões remotas sem meios intensivos de acompanhamento, como é o caso do Brasil. Os monitoramentos são utilizados todos os satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um e que o INPE consegue receber. Atualmente, cada satélite de órbita polar produz pelo menos um conjunto de imagens por dia, e os geoestacionários geram algumas imagens por hora. Para o monitoramento diário é usado o satélite de referência. O satélite referência é o satélite cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões em períodos de interesse. (IBAMA.GOV.BR, 2017).

Existem diversas tecnologias que podem ser utilizadas no desenvolvimento de aplicações deste contexto. A concepção deste trabalho foi baseada na Plataforma Arduino, descrita a seguir.

2.6 ARDUINO

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, baseada em hardware e software, sob a forma de uma placa de circuito impresso programável (ARDUINO, 2017). Uma característica significativa do Arduino é o seu baixo custo. Além disso, o projeto Arduino enquadra-se no perfil de domínio público, ou seja, *open source*, no qual a documentação sobre o hardware e o software é livremente disponibilizada. Em virtude disso, atualmente, existe uma ampla comunidade interessada no projeto, que troca informações e permite a popularização da plataforma.

A plataforma Arduino possui vários modelos de placas que podem ser utilizados para desenvolver as aplicações. A Figura 5 ilustra uma placa Arduino (modelo Arduino UNO). Para que o Arduino possa ler dados de sensores, e assim interagir com o ambiente, é necessário construir todo o circuito de entrada e saída de dados.

Figura 5: Placa Arduino UNO



Fonte: ARDUINO, 2017.

Essa característica representa a flexibilidade disposta no Arduino. O software embarcado no microcontrolador da placa é implementado em um ambiente de desenvolvimento (IDE), em uma linguagem de programação própria do Arduino, baseada na linguagem Wiring. Os programas em Arduino podem também se comunicar com softwares de outras linguagens como, a linguagem Java.

O Arduino pode ser conectado com a Internet por meio de Shields. As Shields são módulos e placas de extensão que permitem conectar o Arduino a uma rede local através de interfaces Ethernet e/ou Wifi (ARDUINO, 2017). Essa característica viabiliza o monitoramento e o acesso remoto aos dados coletados no ambiente sensorizados.

2.7 A IMPORTÂNCIA DE UMA HORTA NA PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Rodrigues e Freixo (2009), a escola é considerada um espaço social, local onde o aluno dará sequência ao seu processo de socialização. Através da potencialização de atividades desenvolvidas nesse ambiente, os alunos terão acesso a um novo caminho de saberes e descobertas no processo de aprendizagem. À medida que os saberes são construídos de formas variadas, concomitantemente desenvolve-se nos alunos a capacidade de transformar sua própria realidade.

O uso da educação ambiental sobre o projeto horta na escola pode promover novos hábitos alimentares levando ao seu consumo frequentemente. A escola passa a ser assim um local de importância social significativa, contribuindo para a formação de cidadãos envolvidos com a melhoria da qualidade da vida planetária.

A educação ambiental é um dos tópicos mais importantes a serem absorvidos pelos os alunos, explorar sua relação com a natureza e os impactos que suas ações podem causar no sentido ecológico. Nessa perspectiva o projeto da horta escolar se insere perfeitamente, eles aproximam os estudantes da realidade, fazendo com que os alunos criem hábitos sustentáveis e ecologicamente corretos.

De acordo com Milaré (2009)

A educação ambiental tem um papel integrador: combina disciplinas, saberes, ensinamentos, aprendizados, práticas. Sob o ponto de vista pedagógico e educacional, ela contribui para dar unidade e convergência aos diferentes tratamentos que se encontram nos sistemas educacionais. Portanto, a educação ambiental figura como ferramenta para conservar a natureza, auxiliando no desenvolvimento sustentável de uma sociedade ciente de seu papel ambiental, se mostrando para tanto capaz de renovar valores e alterar dogmas presentes na relação entre o homem e o meio ambiente, considerando uma nova dimensão que se incorpora no processo de ensino (SANTOS, 1997).

Educação ambiental torna-se importante no âmbito escolar, pois é uma forma educativa para os alunos, não somente a eles mais a todo o corpo docente da escola, tornando-os cidadãos conscientes e críticos com as questões relacionadas ao meio ambiente.

A escola deve abordar os princípios da educação ambiental de forma sistemática e transversal em todos os níveis de ensino. Abordando o tema horta na escola dará oportunidade não só de oferecer alimentos que satisfaçam as necessidades nutricionais dos educandos no período em que estão na escola, mas também de contribuir para a melhoria do processo de ensino aprendizagem e a formação de hábitos e práticas alimentares.

A implantação de hortas no ambiente escolar é considerada um instrumento dinamizador capaz de inserir os sujeitos diretamente em um ambiente diverso e sustentável. Como enfatiza Capra (1996), “precisamos nos tornar ecologicamente alfabetizados, isso significa entender os princípios de organização das comunidades ecológicas (ecossistemas) e usar esses princípios para criar comunidades humanas sustentáveis”.

A horta serve como objeto de estudo interdisciplinar. Os estudantes discutem temas como alimentação, nutrição e ecologia que aliados ao trato com a terra e plantas, geram situações de aprendizagem reais e diversificadas. Assim, os educadores devem dar o máximo de responsabilidades aos mesmos, inserindo-os nas discussões sobre o rumo do projeto e cuidados com as plantas.

Neste contexto, a horta inserida no ambiente escolar torna-se um laboratório vivo que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas em educação ambiental e alimentar, unindo teoria e prática de forma contextualizada, auxiliando no processo de ensino aprendizagem e estreitando relações através da promoção do trabalho coletivo e cooperado entre os agentes sociais envolvidos. A horta escolar permite principalmente o resgate dos valores éticos, sociais, culturais e ambientais, além disso, possibilita práticas sustentáveis que podem ser desenvolvidas dentro desse “laboratório vivo” (RODRIGUES e FREIXO, 2009).

A construção da horta na escola contribuir de forma direta na alimentação dos alunos, no desenvolvimento de habilidades e técnicas de manejo sustentável e sem agrotóxicos, na dinâmica das aulas de ciências e biologia, mas também para o desenvolvimento de projetos e iniciativas em outras disciplinas, transformando-se em um espaço interdisciplinar e de inclusão social.

Para Cribb (2007), a horta promove a aquisição de novos valores, boas atitudes, transforma a forma de pensar, valoriza o trabalho em equipe, a solidariedade, a cooperação, desenvolve da criatividade e a percepção da importância do cuidado, o senso de responsabilidade, de autonomia, além de sensibilizar para a busca de soluções para os problemas ambientais.

Ao desenvolver esse tipo de atividade os professores propiciam aos alunos socializar seus conhecimentos adquiridos na escola com a vida familiar, conscientizado em consumir alimentos de forma adequada, saudável e segura. suas práticas alimentares fortalecerão culturas alimentares e a possibilidade de aproveitar de forma integral os alimentos, assim, a família também será capaz de gerar mudanças na cultura alimentar, ambiental e educacional.

2.8 REDE SOCIAL – FACEBOOK

A rede social Facebook foi criada no dia 4 de fevereiro de 2004 por Mark Zuckerberg, conforme mostra a Figura 6, juntamente com Dustin Moskovitz e Chris Hughes, alunos da Universidade de Harvard. A rede social desde o início tem o objetivo de configurar um espaço no qual as pessoas possam encontrar umas às outras, dividindo opiniões e fotografias. Com o nome original de Facemash, seu *software* foi escrito por Zuckerberg, então no segundo ano dos estudos.

Zuckerberg utilizou sua habilidade para acessar a rede de segurança de Harvard de modo a capturar as imagens de identificação dos estudantes a partir do diretório dos nove alojamentos, usando essas fotos para alimentar seu site, que logo se tornou bastante popular entre os alunos. Alguns dos estudantes substituíam a foto de seu perfil por uma imagem com blocos de texto representando alguma posição política ou protesto, uso que aumentou ainda mais o sucesso do sistema.

Figura 6: Mark Zuckerberg, criador da rede social Facebook



Fonte: (FACEBOOK, 2017)

Em 4 de fevereiro de 2004, Zuckerberg relançou sua ideia com um novo site, “The Facebook. No entanto, apenas seis dias depois, três estudantes seniores de Harvard Divya Narendra e os gêmeos Cameron e Tyler Winklevoss, acusaram Zuckerberg de roubar ideias que usariam em uma rede social criada por eles, denominada Harvard Connection e depois ConnectU. Mais tarde, os três processaram

Zuckerberg com base nessas acusações, mas acabaram chegando a um acordo extrajudicial.

Zuckerberg percebendo que o site tinha potencial, decidiu ampliar o cadastramento, derrubando a restrição inicial que permitia que apenas alunos de Harvard participassem do sistema (FACEBOOK,2017).

Para expandir o site, juntos com seus colegas formou uma equipe que fez o site abranger outras universidades e escolas. Andrew McCollum faria o design gráfico, Hughes ajudaria na promoção do site, Moskovitz seria o programador e Saverin trabalharia para montar o negócio, continuando a morar na costa leste dos EUA, ao passo que todos os outros se mudariam para a Califórnia.

O Brasil já é o segundo país no mundo em número de assinantes do Facebook, mais de 47 milhões de usuários ativos, atrás apenas dos EUA. Depois de superar o Orkut, primeira grande rede social a cair no gosto do internauta brasileiro, o Facebook tem hoje 23,38% de penetração na população brasileira total, sendo 61,90% na população on-line do país.

De acordo com Silva e Vieira (2010) os internautas brasileiros passam a maior parte do tempo, quando estão online, utilizando mídias sociais. Adolescentes são os principais atores no uso de tais redes, nesse sentido, pode ser estratégico estudar a inserção de tal ferramenta no contexto estudantil como plataforma de ensino e aprendizagem, uma vez que os alunos já estão familiarizados.

O uso dessas mídias contribui com a interatividade em sala de aula, ajudando aos docentes interagirem de maneira diferenciada com seus alunos, conseguindo assim a atenção dos discentes em meio ao mundo digital, tarefa árdua nos dias de hoje o que é ampliado pela resistência imposta por alguns sobre o uso dessas mídias em sala de aula.

Em relação ao Facebook, no contexto estudantil torna-se uma tarefa fácil, já que os alunos, em sua maioria, já estão habituados a utilizar as mídias digitais assiduamente. O uso de tal plataforma como articuladora da rede educacional ultrapassaria as distâncias, aumentando a interação entre alunos e professores.

Segundo Mattar (2012), em 2011 o Facebook lançou várias orientações e recursos para educadores, com o Facebook for Educator. Como é citado por Phillips,

Baird e Fogg (2011, *apud* Mattar, 2012, p. 93), “É possível baixar o guia Facebook for Educators”.

Dentro das possibilidades de redes sociais como o Facebook, por exemplo, o professor pode:

- Postar fotos, textos e reportagens de determinado tema desenvolvido em aula, como a realidade profissional de algumas modalidades esportivas visando sempre ao debate e aprofundamento do estudo;
- Convidar pessoas (alunos, professores, profissionais renomados) de fora da instituição para participar do debate e estudo, promovendo intercâmbio entre os estudantes e enriquecendo a aprendizagem.
- Utilizar o perfil de cada aluno para conhecer sua realidade, sua história de vida, o que daria ao professor subsídios para promover uma aprendizagem significativa;
- Organizar os fóruns (tópicos) do grupo criado, facilitando a interação, promovendo debates e discussões que enriquecem a formação do aluno e desenvolvendo todas as dimensões do conteúdo/conhecimento com os alunos;
- Divulgar eventos esportivos e culturais, dicas e orientações de estudo, de atividades físicas e de atividades de lazer.

Seja qual for o campo de atuação do professor, ele sempre poderá enriquecer sua prática com ferramentas de interação, que não se esgotam. Para isso é necessário que o professor tenha formação para tal e condições de trabalho que viabilizem a implementação de propostas virtuais.

Outra alternativa para o professor, como instrumento de ensino/aprendizagem seria a utilização da API do Facebook em suas aulas e projetos. A API é uma plataforma para a criação de aplicativos que estão disponíveis para os membros da

rede social do Facebook. A API permite que os aplicativos usem as conexões sociais e informações de perfil para tornar as aplicações mais envolventes e para publicar atividades no *feed* de notícias e nas páginas de perfil do Facebook, sujeitas às configurações individuais de privacidade dos usuários. Com a API, os usuários podem adicionar contexto social às suas aplicações, bem como integra-las a aplicações externas, utilizando perfil, amigo, página, grupo, foto e dados de eventos (FACEBOOK,2017).

O professor deve ter atitudes positivas, enxergando as possibilidades que as TICs propiciam, como alternativas de extensão do horário de aula e de estudos, em que os alunos continuam conectados, debatendo os temas abordados e aprofundando os estudos mesmo em seu tempo livre.

2.9 TRABALHOS RELACIONADOS

A seguir, serão apresentados alguns trabalhos de literatura que possuem características similares com o presente trabalho.

2.9.1 CONSTRUINDO SISTEMAS MULTI-AGENTES NO CONTEXTO DE INTERNET DAS COISAS

Em Fernandes et al. (2015) os autores apresentaram os resultados de dois estudos de caso que envolveram a utilização de agentes inteligentes. O primeiro estudo consiste em um sistema que simula o rastreamento de bagagens e animais transportados em um aeroporto. Neste sistema, foram modelados diversos agentes de *software*, dentre eles, um agente responsável pela transmissão de informações de sensoriamento do ambiente onde animais são transportados nos voos, e um agente responsável pelo envio de alertas caso haja o desvio de rota da bagagem. As simulações realizadas no sistema mostraram que muitos dos problemas apresentados em um aeroporto poderiam ser minimizados com seu uso.

O segundo estudo de caso, consiste em um sistema de monitoramento em um ambiente hospitalar. Os autores incorporaram os seguintes agentes de *software* no sistema: agente de verificação, que procura anomalias nos dados sensorizados, e o agente de notificação, que notifica anomalias através do envio de mensagens aos

médicos e enfermeiros de plantão. A solução mostrou que é possível tornar os ambientes mais proativos. Os agentes foram capazes de detectar problemas no estado de saúde dos pacientes e alertar os profissionais responsáveis pelo seu tratamento.

Para construção de ambos sistemas, utilizou-se a linguagem de programação Java e a versão 4.3.0 da ferramenta JADE (*Java Agent DEvelopment Framework*). Esta plataforma de agente é baseada no padrão FIPA (FIPA, 2013). As arquiteturas dos sistemas foram projetadas de modo que estas fossem compostas por módulos com responsabilidades bem definidas, sendo assim, o sistema envolvia apenas agentes reativos, ou seja, houve a inserção de conhecimento de especialista de domínio na base de dados.

2.9.2 PROJETO DE UMA PLATAFORMA SENSORIAL PARA MONITORAMENTO DE TEMPERATURA, UMIDADE, MONÓXIDO E DIÓXIDO DE CARBONO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA

Em Costa et al. (2015) foi desenvolvido um sistema de sensoriamento de baixo custo, com o objetivo de monitorar processos em ecossistemas florestais, em especial de processos relacionados a monóxido e dióxido de carbono. Sua principal tarefa é monitorar estados das variáveis ambientais, para alertar sobre condições que apresentem risco ou segurança.

Para isso, utilizou-se a plataforma Arduino, juntamente com sensores e atuadores, e tem como base (código embarcado) o conhecimento de especialista de domínio que é monitorado e/ou controlado, o que resulta na confiabilidade da aquisição e análise de dados das variáveis de medição e no aumento da produtividade em sistemas agroflorestais.

Um teste com duração de uma hora foi realizado no parque florestal da UFRA no dia 16 de julho de 2015 às 16:00hs até 17:00hs, em um ambiente com chuva, pois esta dispersa CO e CO₂ no ar, sendo assim, a principal agente capaz de remover gases e partículas em suspensão na atmosfera.

Os autores destacam que a plataforma se comunica com uma estação computacional remota, através de mensagens de alerta ao detectar mudanças de

comportamento que apresentem riscos aos sistemas agroflorestais. Além disso, é possível determinar estratégias para a criação de modelos de manejo e plantio mais adequados para a região.

Os resultados desse estudo mostraram efetividade, ao identificar de forma precisa os níveis das condições de risco ou segurança.

2.9.3 ESTUFA AGRÍCOLA AUTOMATIZADA UTILIZANDO MICRO CONTROLADOR ARDUÍNO E COMUNICAÇÃO SERIAL

Em Guedes et al. (2016) foi desenvolvido um protótipo de uma estufa inteligente de baixo custo, com o objetivo de monitorar e informar ao produtor a situação de sua plantação. O projeto foi dividido em 3 partes: solução do problema, implementação dos códigos e resultados da implementação.

Para o desenvolvimento do protótipo utilizou-se o micro controlador Arduino Uno. Este é o principal módulo onde é realizado a aquisição dos dados. De posse desses dados, o Arduino envia ao servidor. O servidor realiza um processamento, a fim de analisar o contexto do ambiente e armazena-los em sua base de dados. O mesmo envia os dados para o Arduino, onde ocorrerá o processamento e análise dos valores recebidos. Se a temperatura no interior da estufa for abaixo do padrão estabelecido, o simulador do aquecedor elétrico (LED) será ativado, caso contrário, será acionado o mecanismo de resfriamento.

A partir disso, o micro controlador faz as comparações e realiza os comandos para controlar a temperatura. Da mesma forma ocorre a verificação da umidade no interior da estufa, entretanto apenas uma mensagem de alerta é exibida na tela. O usuário pode através do computador solicitar para que seja enviado e salvo o estado no interior da estufa em um arquivo contendo data e hora.

2.9.4 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO ATRAVÉS DE AGENTES INTELIGENTES IMPLEMENTADO COM TECNOLOGIA ARDUINO

Salazar et al. (2013) implementaram um sistema de irrigação inteligente com arquitetura multi-agente usando a lógica *fuzzy*. A arquitetura incorpora diferentes tipos de agentes inteligentes que de forma autônoma monitoram e são responsáveis por

decidir se necessário ativar / desativar o sistema de irrigação. A arquitetura foi implementada no JADE (ferramenta para modelagem de ambientes de sistema multi-agente).

Os testes do sistema foram realizados em um plantio de goiabas de Taiwan, desenvolvidas na universidade. No protótipo utilizou-se um Arduino juntamente com sensores que monitoram o estado das plantas (umidade), e atuadores que são responsáveis pela prestação dos serviços de água para as plantas.

Os primeiros testes do sistema foram realizados em 2 linhas de 10 mudas cada. Utilizou-se um sistema de irrigação comum em uma das 2 linhas de mudas de planta. Na outra linha, suas mudas foram regadas uma vez por dia utilizando o sistema de irrigação inteligente com tecnologia de agentes inteligentes.

Caso detectado o baixo nível de umidade de acordo com as regras, o agente mestre envia a ordem para a ativação do sistema de irrigação. Desta forma, em tempo real é controlada a umidade, se realmente requerem cultivo, impedindo assim o uso excessivo de água.

Os resultados obtidos demonstraram que monitorando as condições do solo em tempo real, há um gasto adequado de água, dando as colheitas a quantidade de água que é realmente necessário para desenvolvimento.

2.9.5 GERENCIAMENTO DE ENERGIA AUTÔNOMA BASEADO EM ARDUINO DE UMA MICRO-REDE SOLAR USANDO MULTI-AGENTES

Raju et al. (2017) desenvolveram um Sistema Multi-Agente (SMA) baseado na plataforma Arduino para gestão de uma micro-rede solar. Os autores utilizaram agentes inteligentes para o gerenciamento avançado e autônomo de energia do sistema, para adaptar-se de forma dinâmica e flexível às mudanças no ambiente.

A plataforma foi projetada com dois painéis solares e uma bateria. Os autores desenvolveram um modelo de simulação em Java, utilizando o framework JADE (Ambiente de Desenvolvimento de Agentes). O sistema realiza a gestão dinâmica de energia, sendo que a cada hora é escolhido a melhor ação para estabilizar e otimizar a micro-rede solar, além disso, as variáveis de ambiente detectadas através do

microcontrolador Arduino são repassadas aos agentes do SMA. As ações resultantes são acionadas através de atuadores.

Os resultados de simulação deste trabalho mostraram que os agentes inteligentes de forma autónoma escolhem a melhor opção a cada hora, considerando a natureza da energia solar, a aleatoriedade da carga, tarifação dinâmica da rede e variação de cargas críticas, para estabilizar e otimizar a micro-rede solar.

O diferencial deste trabalho em relação aos relacionados é que além da integração de agentes inteligentes em sistemas de monitoramento no contexto ambiental, propõem a investigação do impacto da utilização desses sistemas na prática de educação ambiental.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas todas as etapas que foram realizadas para alcançar os objetivos deste trabalho. Tais etapas (ilustradas na Figura 7) incluem Levantamento Bibliográfico, Modelagem dos Agentes de *Softwares* a serem incorporados no sistema, Implementação dos Agentes de *Softwares* no Sistema, Testes preliminares do Sistema, Horta Escolar, Socialização do Projeto, Estudo de Caso e Avaliação do Estudo de Caso.

O presente estudo consiste em uma pesquisa da qual pretende-se proporcionar respostas aos problemas que serão expostos. Desta forma, é caracterizado como pesquisa qualitativa, pois preocupa-se com aspectos da realidade, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais, sem se preocupar com aspectos quantitativo. O objetivo da pesquisa qualitativa, é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações. (Bertolini, 2014).

A modalidade aliada a essa pesquisa é a Pesquisa de Campo. Esta pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com recursos de diferentes tipos de pesquisas (pesquisa-ação, pesquisa participante, etc) (FONSECA, 2002).

Figura 7: Diagrama da Metodologia

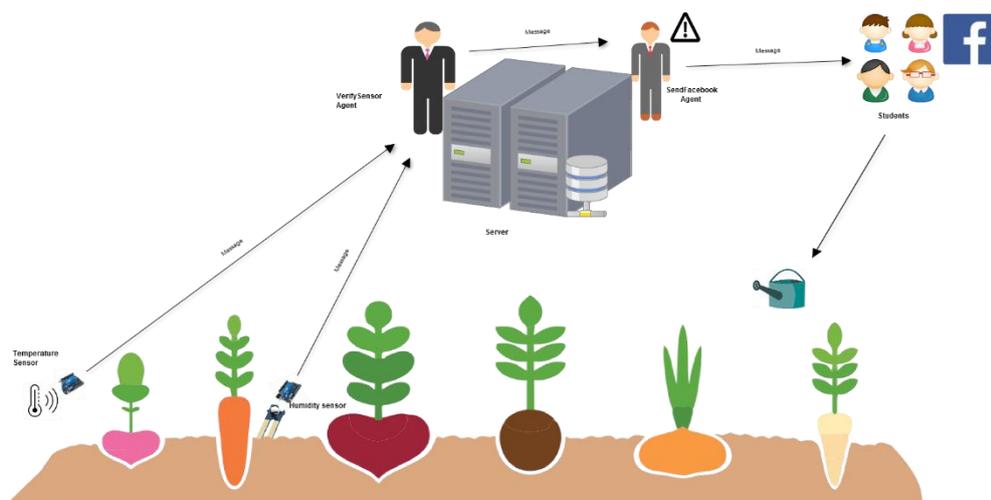


Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Levantamento bibliográfico - Nesta etapa foi realizada uma revisão da literatura, afim de obter um embasamento teórico para elaboração deste trabalho.

Modelagem dos Agentes de Software - Nesta etapa realizou-se a modelagem dos agentes de *software* que foram incorporados no sistema. O software responsável pela modelagem foi o Cacao. Tal Software permite criar e compartilhar com segurança fluxogramas, *wireframes*, modelos UML, diagrama de rede e muito mais (CACOO, 2017).

Figura 8: Esboço do ambiente computacional a ser construído.



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Conforme descrito na seção 1, a Figura 8 ilustra um ambiente em que a aquisição dos dados está sendo realizada por sensores integrados na placa Arduino, em seguida, os dados são enviados ao servidor e armazenados em uma base de dados. Uma vez armazenados, os dados são analisados pelos agentes inteligentes, caso detectado possíveis anomalias, é enviada uma notificação para a rede social (Facebook) dos alunos responsáveis para tomar possíveis providências.

Tabela 1: Identificação dos Agentes

Identificador de agentes	Descrição
VerifySensorAgent	<i>Procura anomalias nos dados sensoreados</i>
SendFacebookAgent	<i>Notifica anomalias, através do envio de mensagens a rede social Facebook</i>

Fonte: (LAVAREDA, 2017)

O agente VerifySensorAgent, conforme sua descrição na Tabela 1, possui a tarefa de monitorar os dados da horta que estão sendo sensoriados. Uma vez detectada uma anormalidade, o agente VerifySensorAgent comunica-se com o agente SendFacebookAgent. Sendo assim, o agente SendFacebookAgent envia uma mensagem para rede social dos alunos responsáveis, onde os mesmos são notificados por exemplo sobre a necessidade de irrigar a horta.

Implementação dos Agentes de Software – Nesta etapa, os agentes inteligentes foram implementados e integrados ao sistema de monitoramento. O presente trabalho adicionou recursos inteligentes a um sistema de monitoramento que foi construído em um projeto de inicialização científica da Universidade do Estado do Amazonas. Sendo assim, um dos objetivos deste trabalho foi integrar inteligência (agentes inteligentes) a este sistema, para isso, utilizou-se como ambiente de desenvolvimento o NetBeans IDE (2017). O NetBeans IDE é um ambiente de desenvolvimento integrado, fonte livre e aberto para desenvolvimento de aplicativos em sistemas operacionais Windows, Mac e Linux.

Em inserção com o NetBeans IDE, foi utilizado a biblioteca JADE. O JADE (*Java Agent Development Framework*), dentre algumas ferramentas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de agentes, é uma plataforma de agentes que facilita a tarefa de criação de novos agentes, bem como toda a comunicação feita entre agentes. O JADE é composto por classes escritas em Java, possui a maior base de usuários nas áreas acadêmica e comercial, tem sido atualizada com constância para se conformar aos padrões FIPA que surgem e é considerada mais fácil de aprender e de usar, em comparação com o FIPA-OS, seria outra ferramenta, dentre as mencionadas, passível de uso (JADE, 2017).

Para a comunicação entre a plataforma Arduino e a linguagem Java, utilizada na criação dos agentes inteligentes no JADE, utilizou-se a biblioteca RXTX, que é uma biblioteca Java que faz comunicação tanto serial quanto paralela com o Arduino.

Para a integração do sistema de monitoramento com a rede social Facebook, utilizou-se a API do Facebook. Conforme descrita na seção 2, a API é uma plataforma para a criação de aplicativos que estão disponíveis para os membros da rede social do Facebook. A API permite que os aplicativos usem as conexões sociais e informações de perfil para tornar as aplicações mais envolventes (FACEBOOK, 2017).

Testes em Laboratório - Nesta etapa realizou-se os testes do sistema. Esses testes incluíram o posicionamento dos sensores, estruturação da alimentação energética do Arduino, testes de transmissão e armazenamento dos dados.

Inicialmente, foram distribuídos dois sensores pelo ambiente, um sensor LM35 para temperatura e um sensor DHT11 para umidade de solo, com o intuito de sensoriar as variáveis ambientais do ambiente. Utilizou-se a placa Arduino Uno, a qual possui uma Interface de Desenvolvimento onde se faz a programação na linguagem C++ (MONK, 2013). Além da placa Arduino e sensores, foi utilizada uma placa Ethernet Shield, a qual foi responsável pela transmissão dos dados sensorizados para a Internet.

Ainda nesta etapa, foram feitos testes com os agentes inteligentes, na aquisição, identificação e transmissão de dados e envio das informações para a rede social Facebook.

Socialização do Projeto - Nesta etapa, os alunos e professores conheceram o contexto e os objetivos deste projeto, bem como as tecnologias utilizadas. Durante a apresentação do projeto foram evidenciados os impactos que as variáveis monitoradas podem causar na horta. Realizou-se um estudo teórico e prático sobre Educação Ambiental, contribuindo assim no processo ensino-aprendizagem, no sentido de fortalecer a temática de desenvolvimento sustentável e fazer com que os alunos possam levar esta proposta para suas residências, havendo, com isso, a possibilidade de replicação do projeto e melhoria da qualidade de vida dos seus familiares.

Ainda nesta etapa, conforme a Figura 9, os alunos conheceram como ocorreria a dinâmica das atividades de monitoramento da horta. Os alunos foram

divididos em grupos e cada grupo ficou responsável pelo monitoramento e cuidados com a horta por dois dias. Uma página no Facebook foi criada para o projeto chamada Horta na Nuvem. Sendo assim, os alunos de cada grupo receberam, por um período de uma semana, notificações (via página do Facebook) relacionadas às informações da horta.

Figura 9: Socialização do Projeto

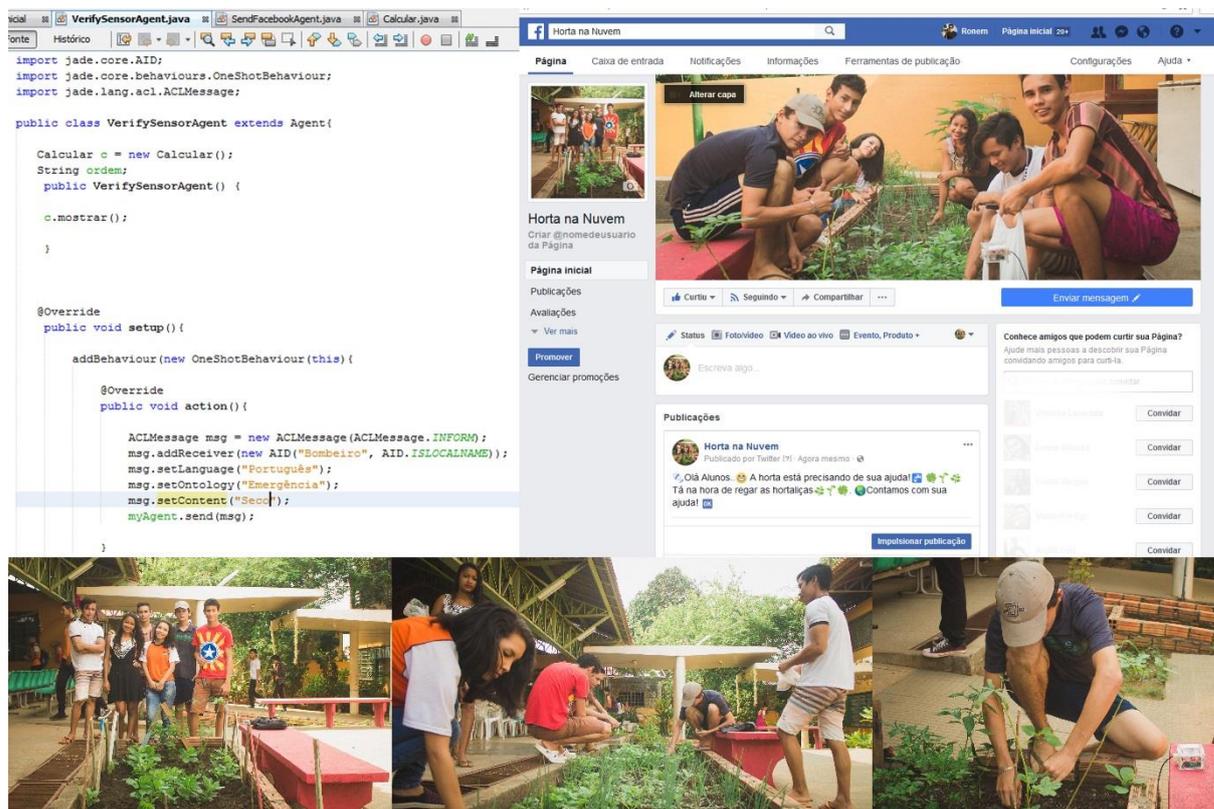


Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Horta Escolar - Para a aplicação do projeto na Escola Estadual Profª Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima, o ambiente escolhido foi a horta da escola, a mesma foi encontrada em situações precárias. Para o desenvolvimento do projeto, a horta preferencialmente teria que está em condições favoráveis. Então, no primeiro momento foi realizada uma limpeza no local, retiradas das ervas daninhas e organização das hortaliças. Alguns dos alunos ajudaram no plantio de novas hortaliças e na estruturação de uma cerca para evitar o tráfego de pessoas pelo local. No segundo momento, foi providenciada uma cobertura para horta, tendo em vista que o período é chuvoso e havia a necessidade de cuidados para que o solo não fique encharcado, propiciando o aparecimento de fungos.

Estudo de caso - Nesta etapa, o sistema de monitoramento informou os alunos sobre o contexto da horta. Como destacado anteriormente, os alunos foram divididos em grupos e cada grupo ficou responsável pelo monitoramento da horta por dois dias. Com a implantação do sistema na horta na escola, ocasionaram momentos que exigiram muita reflexão, estudos, dedicação e compromisso com as atividades que foram desenvolvidas, desde a limpeza da área até a manutenção dos canteiros e conseqüentemente a consumo dos produtos, no caso as hortaliças.

Figura 10: Sistema de Monitoramento escolar em funcionamento na Escola Estadual Mirtes Rosa



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Para maior engajamento dos alunos com o projeto, foi proposto uma disputa saudável entre os grupos. O grupo que estivesse mais envolvido com as atividades da horta da escola baseado em suas pontuações, iria ganhar uma premiação no fim do projeto

Algumas atividades pospostas e efetuadas pelos alunos: irrigação da horta, cobrir a horta quanto necessário, manutenção do canteiro e etc.

Um dos funcionários da escola ficou responsável por monitorar os alunos e aplicar as possíveis pontuações.

Avaliação do Estudo de Caso - Nesta etapa, os alunos forneceram um feedback sobre os impactos gerados pelo projeto com relação as questões ambientais, como sensibilização e conscientização. Mayer (1989) considera que para avaliar qualquer projeto de Educação Ambiental há de se ter três grupos de indicadores de qualidade. O primeiro, considerado por ela como o mais importante,

centra-se na mudança de valores, atitudes, hábitos e crenças dos alunos. O segundo grupo de indicadores descreve a estratégia educacional do projeto sob o ponto de vista cognitivo (relevância local do projeto, enfoque multi/inter/transdisciplinar) enquanto que o terceiro descreve a estratégia educacional do projeto do ponto de vista afetivo, isto é, escreve as interações entre alunos, professores, família, comunidade e autoridades.

Para isso, foi aplicado um questionário com 10 perguntas para identificar o nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da horta escolar, bem como, avaliar as potencialidades didáticas do sistema de monitoramento como um instrumento de auxílio a sensibilização e conscientização ambiental.

4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Nessa seção, são apresentados os resultados do estudo de caso.

Inicialmente, apresenta-se os resultados qualitativos em forma de gráficos. Os participantes responderam sobre o tema educação ambiental, bem como, potencialidades didáticas do sistema de monitoramento como um instrumento de auxílio a sensibilização e conscientização ambiental.

Como visto na sessão anterior, Mayer (1989) considera que para avaliar qualquer projeto de Educação Ambiental há de se ter três grupos de indicadores de qualidade. O primeiro, centra-se na mudança de valores, atitudes, hábitos e crenças dos alunos. O segundo grupo de indicadores descreve a estratégia educacional do projeto sob o ponto de vista cognitivo, enquanto que o terceiro descreve a estratégia educacional do projeto do ponto de vista afetivo.

Sanmartí (1994), apoiada nos indicadores definidos por Mayer (1989), considera que as seguintes questões poderiam ser formuladas, na análise da adequação de um projeto de educação ambiental:

- 1-O tema selecionado é relevante em relação ao meio ambiente do aluno?
- 2-O projeto prevê a promoção de ações dos indivíduos em favor do meio?
- 3-Permite estabelecer relações entre os problemas locais e os problemas globais do planeta?
- 4-Supera os limites da sala de aula, isto é, tem consequências no âmbito familiar e em relação à comunidade?
- 5-Observam-se mudanças de atitudes dos alunos em relação ao meio ambiente?
- 6-Observam-se mudanças de hábitos/comportamentos?
- 7-Observam-se mudanças dos modelos explicativos sobre os problemas ambientais? Aumentou o seu grau de complexidade?
- 8-Melhorou a capacidade de análise e de tomada de decisões por parte dos alunos?

Baseada no modelo de Sanmartí (1994) e apoiada pelos indicadores de Mayer (1989), foram formuladas as questões que compuseram o questionário de avaliação do estudo de caso.

Tabela 2: Perguntas formuladas para o questionário de avaliação do estudo de caso

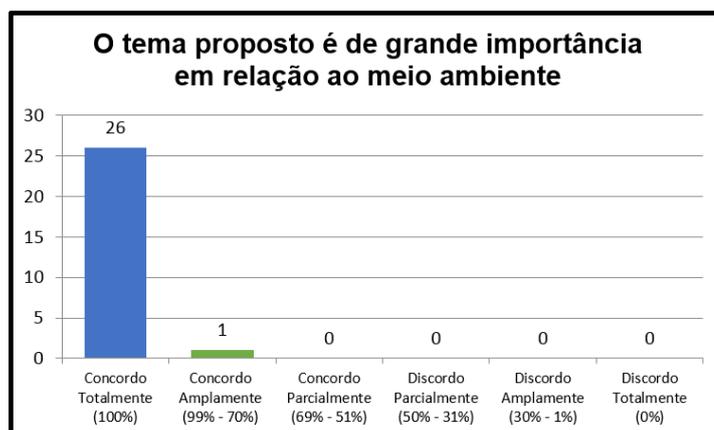
P1 - O tema proposto é de grande importância em relação ao meio ambiente
P2 - Já ouvi falar em Educação Ambiental
P3 - Na minha escola os professores trabalham a Educação Ambiental
P4 - A Educação Ambiental é trabalhada de forma prática
P5 - A utilização do sistema despertou a análise de fatores relacionados a conscientização e sensibilização ambiental
P6 - O sistema permite estabelecer relações entre os problemas locais e os problemas globais do planeta
P7 - Minhas atitudes mudaram em relação ao meio ambiente após utilizar o sistema na Horta da Escola
P8 - O sistema como ferramenta didática, proporcionou conscientização em relação da cultura da horta na escola e o meio ambiente em geral
P9 - Despertou em mim hábitos ecológicos após ajudar no plantio e preservação da Horta da Escola
P10 - Melhorou minha capacidade de análise e de tomada de decisões em relação ao meio ambiente

Fonte: (LAVAREDA, 2017)

O total de participantes foram 27, sendo que 26 são alunos da turma do 1º ano 07, juntamente com a Professora de Artes.

Os participantes tiveram as seguintes opções de respostas: Discordo Totalmente onde apresenta (0%), Discordo Amplamente (30% - 1%), Discordo Parcialmente (50% - 31%), Concordo Parcialmente (69% - 51%), Concordo Amplamente (99% - 70%), Concordo Totalmente (100%).

A Figura 11 mostra que 96% dos participantes Concordaram Totalmente com a pergunta um (**P1**), sendo que 4% Concordaram Amplamente.

Figura 11: Gráfico 1 – Referente a **P1** do questionário

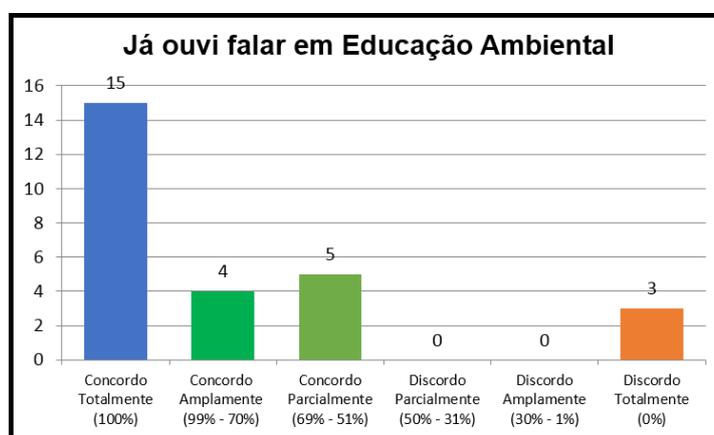
Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Na educação, pode-se encontrar apoio para melhoria da relação homem-natureza-homem, pois é conscientizando o indivíduo que o convívio entre as pessoas e o meio ambiente pode melhorar.

Incentivar o envolvimento dos alunos com a horta da escola, é apresentar na prática as consequências e as responsabilidades das ações da sociedade em relação ao meio ambiente, expandindo seu conhecimento e conscientizando-os de que a vida depende do ambiente e o ambiente depende de cada cidadão deste planeta.

Com relação a pergunta dois (**P2**), a Figura 12 mostra que dos 27 participantes 56% Concordaram Totalmente, sendo que 15% Concordaram Amplamente, 18% Concordaram Parcialmente e 11% Discordaram Totalmente.

Figura 12: Gráfico 2 – Referente a **P2** do questionário

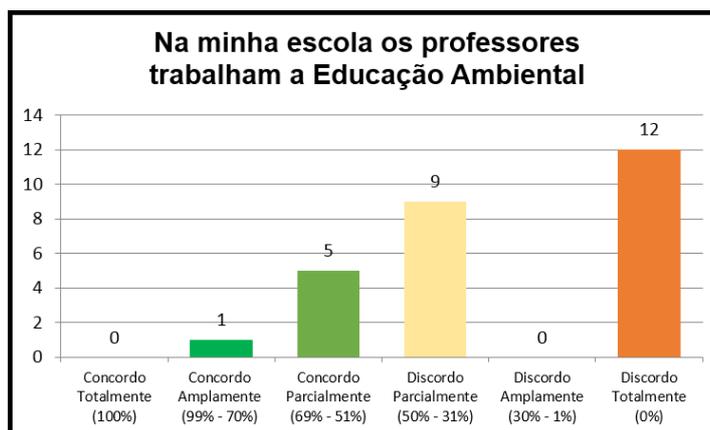


Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Através dos dados coletados, a Figura 12 mostra que a maioria dos participantes já ouviram falar sobre Educação Ambiental, onde demonstra que os estudantes se preocupam em aprender e discutir em sala, juntamente com seus colegas e professores a importância de preservar o meio ambiente.

A Figura 13 mostra que 44% dos 27 participantes Discordaram Totalmente, 33% Discordaram Parcialmente, 19% Concordaram Parcialmente e 4% Concordaram Amplamente, no que se refere a pergunta três (**P3**).

Figura 13: Gráfico 3 – Referente a **P3** do questionário



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

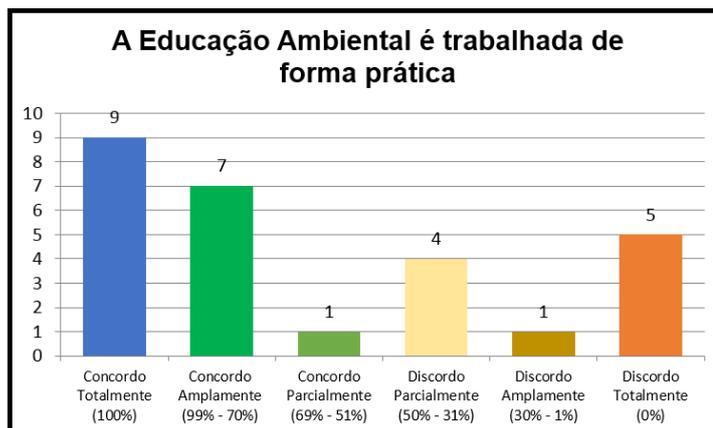
Com bases nos dados da Figura 13, a Educação Ambiental está com pouco espaço nas atividades curriculares da escola e no cotidiano dos discentes. A Educação Ambiental é de muita importância, pois além de conscientizar as pessoas, faz com estas executem projetos, ideias, opiniões e trabalhos relacionados a sustentabilidade e também a preservação ambiental.

Segundo Roos, a escola é o espaço social e o local onde poderá haver sequência ao processo de socialização. O que nela se faz, se diz e se valoriza representa um exemplo daquilo que a sociedade deseja e aprova. Diante disso, comportamentos ambientalmente corretos devem ser aprendidos na prática, no cotidiano da vida escolar, contribuindo para a formação de cidadãos responsáveis (ROOS, 2011).

Neste sentido, o pátio escolar pode ser mudado e transformado, por exemplo, em uma horta que pode tornar-se uma excelente ferramenta didático-pedagógica, quando bem planejada e conduzida. Usando a imaginação, os professores de diferentes áreas poderão utilizar a horta em aulas teóricas e práticas, facilitando o entendimento dos alunos e exercitando a interdisciplinaridade (GENTIL, 2011).

A Figura 14 mostra que 33% dos 27 participantes Concordaram Totalmente, 26% Concordaram Amplamente, 4% Concordaram Parcialmente, 18% Discordaram Totalmente, 4% Discordaram Amplamente e 15% Discordaram Parcialmente, no que se refere a pergunta quatro (**P4**).

Figura 14: Gráfico 4 – Referente a **P4** do questionário

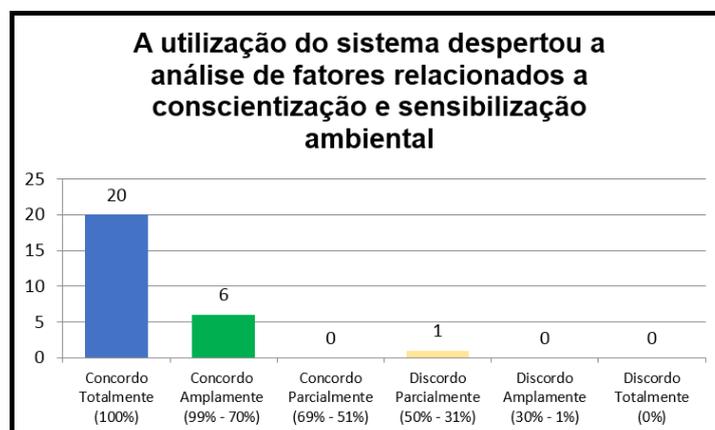


Fonte: (LAVAREDA, 2017)

De acordo com os dados da Figura 14, a educação ambiental está sendo trabalhada de forma prática na escola, não quanto deveria. Apesar de ser realizado projetos relacionado a questão ambiental, onde os mesmos estão trabalhando na reestruturação da horta escolar, há uma grande deficiência no incentivo por parte dos professores, pois são poucos que ministram suas atividades curriculares fora de sala de aula.

A Figura 15 mostra que 74% dos participantes Concordaram Totalmente com a pergunta cinco (**P5**), sendo que 22% Concordaram Amplamente e 4% Discordaram Parcialmente.

Figura 15: Gráfico 5 – Referente a **P5** do questionário



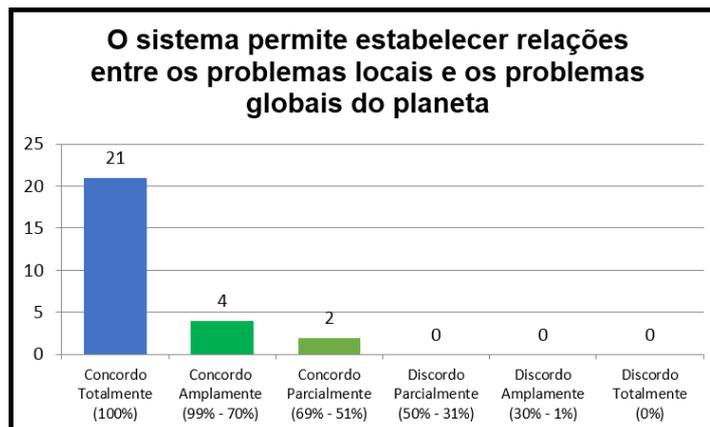
Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Em relação a sensibilização sobre o meio ambiente, os alunos adquiriram conhecimentos relacionados aos problemas e os esclarecimentos dos valores em relação sobre a sensibilização sobre os problemas do meio ambiente que se colocam no país e na escola, onde precisam da conscientização de todos para que os objetivos sejam atingidos de forma abrangente e eficaz. Com a ajuda do sistema, acredita-se que o objetivo foi alcançado, pois tornou-se uma ferramenta no qual o aluno pode utilizar na preservação da horta.

Segundo Capra apud Oliveira; Neves (2013), o pensamento ecológico tem como base padrões éticos de comportamento, uma nova forma de ver o mundo e, também, inicia um novo jeito de pensar a educação como promotora da paz e da sustentabilidade. Assim, estabelece uma visão do educador e do educando sobre si mesmos e sobre os outros seres, reconsiderando valores, comportamentos e atitudes.

A Figura 16 mostra que 78% dos participantes Concordaram Totalmente, 15% Concordaram Amplamente e 7% Concordaram Parcialmente, no que se refere a pergunta seis (P6).

Figura 16: Gráfico 6 – Referente a P6 do questionário.



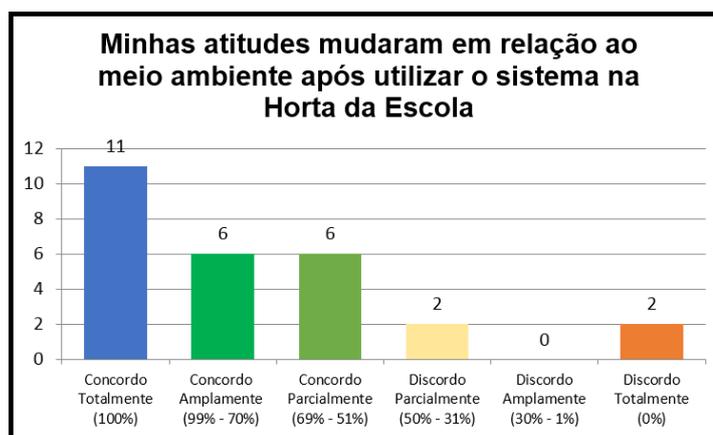
Fonte: (LAVAREDA, 2017)

A Educação Ambiental nas escolas de maneira interdisciplinar e abrangendo todos os níveis de educação é hoje o instrumento mais eficaz para se conseguir criar e aplicar formas sustentáveis de interação sociedade-natureza. Diante disso, os resultados mostram que o sistema de monitoramento escolar baseado na plataforma Arduino, aliado a horta da escola como instrumento de ensino/aprendizagem, apresentou que variáveis monitoradas com anormalidades, podem causar danos a

horta. Sendo assim, acredita-se que dados como estes podem ser relacionados com problemas externos.

A Figura 17 mostra que 41% dos participantes Concordaram Totalmente, 22% Concordaram Amplamente e 22% Concordaram Parcialmente com a pergunta sete (P7). Sendo que 8% Discordaram Parcialmente e 7% Discordaram Totalmente.

Figura 17: Gráfico 7 – Referente a P7 do questionário.



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

O Cuidar da horta é uma forma de trabalhar com a Educação Ambiental, através dos princípios da ecologia auxiliando na conexão das crianças com os fundamentos da vida. A ultimação do sistema como instrumento pedagógico proporcionou tal conexão

Segundo Oliveira, vivências como a construção coletiva de uma horta contribuem para o desenvolvimento de sentimentos de alegria e bem-estar, estimulam a ética da cooperação e do compartilhamento, promovem atitudes de preservação e cuidado. As escolas podem ser modelos para a sustentabilidade. (OLIVEIRA; NEVES, 2013, p. 73).

Certamente, este é o melhor o caminho para que cada indivíduo mude de hábitos e assume novas atitudes que levem à diminuição da degradação ambiental, promovam a melhoria da qualidade de vida e reduzam a pressão sobre os recursos ambientais.

A Figura 18 mostra que 44% dos 27 participantes que se propuseram a fazer o questionário para ajudar na pesquisa Concordaram Totalmente, 26% Concordaram

Amplamente, 4% Concordaram Parcialmente, 15% Discordaram Parcialmente e 11% Discordaram Amplamente, no que se refere a pergunta oito (**P8**).

Figura 18: Gráfico 8 – Referente a **P8** do questionário



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

A horta pode ser um local propício para trabalhar a disciplina e estimular a responsabilidade dos alunos. Quando os alunos participam das atividades relacionadas à horta, como construção dos canteiros, semeadura e manejo das plantas, eles se entusiasmam, se sentem responsáveis e executam as atividades com disciplina. Dessa forma, os dados mostram que o sistema foi fundamental no incentivo a participação direta dos alunos em todo o processo de implantação e manutenção da horta, visando integrá-la ao seu cotidiano na escola e em casa.

A Figura 19 mostra que 56% dos 27 participantes Concordaram Totalmente, 18% Concordaram Amplamente e 11% Concordaram Parcialmente com a pergunta nove (**P9**). Sendo que 7% Discordaram Parcialmente, 4% Discordaram Amplamente e 4% Discordaram Totalmente.

Figura 19: Gráfico 9 – Referente a **P9** do questionário



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

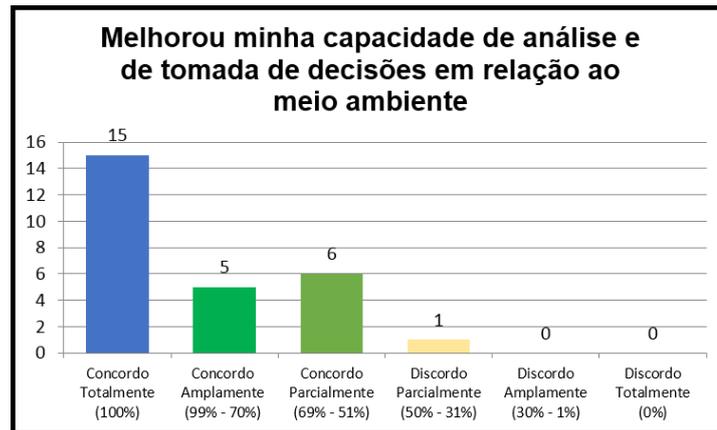
A horta é um instrumento lúdico que auxilia os professores na tarefa de conscientizar os alunos quanto à necessidade de práticas alimentares mais saudáveis, quanto ao fortalecimento das diversas culturas regionais do país e das possibilidades de aproveitamento integral dos alimentos que consumimos.

Precisamos incentivar mais, sobre a produção de hortas como instrumento pedagógico capaz de levar os educandos a refletirem sua relação com o ambiente em que vivem, estimulando-os à construção dos princípios de responsabilidade e comprometimento com a natureza, com o ambiente escolar, com a vida comum da comunidade, com a sustentabilidade do planeta e com a valorização das relações com a sua e com as outras espécies.

A horta na escola atua como um laboratório vivo, que pode ser utilizada para promover pesquisas, debates e atividades de temas transversais como a questão ambiental, ecológica, alimentar e nutricional, além de estimular o trabalho pedagógico dinâmico, participativo, e interdisciplinar, se tornando uma forma de educar para o ambiente, para a alimentação e para a vida (BRASIL, 2007).

A Figura 20 mostra que 56% dos participantes Concordaram Totalmente, 18% Amplamente e 22% Concordaram Parcialmente, somente 4% Discordaram Parcialmente, no que se refere a pergunta dez (**P10**).

Figura 20: Gráfico 10 – Referente a **P10** do questionário



Fonte: (LAVAREDA, 2017)

Através da educação ambiental é que se chegará ao desenvolvimento sustentável, e se perceberá que é possível haver a proteção ambiental lado a lado com o desenvolvimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho elaborou-se um sistema multi-agente de monitoramento de uma horta escolar baseado na plataforma Arduino, com o intuito de identificar e informar em tempo real o contexto deste ambiente, bem como apoiar a prática de educação ambiental dos alunos do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Prof.^a Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima.

Os agentes foram programados para atuarem de forma colaborativa na aquisição, identificação e transmissão de dados do ambiente. Com a detecção possíveis anomalias nas variáveis ambientais, os alunos são notificados através da rede social Facebook para tomarem providencias necessárias.

Com a aplicação da palestra acarretou-se resultados satisfatórios, pois trouxe para dentro de sala o assunto Educação Ambiental, na qual não é bem pouco trabalhado, despertando o interesse dos alunos em relação a preservação do meio ambiente escolar, incentivando os alunos na preservação da horta e no cultivo de hortaliças de forma orgânica. Diante disso, os alunos colocaram em prática o que observaram durante a aplicação do sistema, acompanhando de perto o crescimento da horta, mantendo-a limpa e bem conservada, com isso desenvolvendo hábitos relacionados a conscientização e sensibilização ambiental.

Enfim, este projeto contribuiu de forma prática aos alunos, dando-lhes a oportunidade de realizar tarefas em grupo, pensando num todo, desenvolvendo um espírito cooperativo e participativo, trabalhando de modo diferenciado, servindo de incentivo a se envolverem mais com projetos ambientais da escola. Diante disso, a aplicação do sistema de monitoramento na horta escolar, trouxe aos alunos o interesse maior no que diz respeito a preservação do meio ambiente

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO, Arduino Home Page, Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>, cesso em 10 de maio de 2017.

ATZORI, L., Iera, A., and MORABITO, G. (2010), **The Internet of Things: A survey**. Computer Networks vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805.

BRASIL. Orientações para implantação e implementação de hortas escolares. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação/Ministério da Educação. 2007. Disponível em: acesso em 11 de maio de 2017.

CAPRA, F. **Alfabetização ecologia: o desafio para a educação do século 21**. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.). Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. 3. ed. Rio de Janeiro: Sextante, p.14, 2003.

CAPRA, F. **Alfabetização ecológica: o desafio para a educação do século 21**. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.). Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Campinas: Armazém do Ipê, 2008.

CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 11 ed. SP: Editora Cultrix, p.231, 1996.

COLONNA, J. G., NAKAMURA, E. F., and dos Santos, E. M. **Classificação de Anuros Baseado em Vocalizações para Monitoramento Ambiental Pervasivo**. Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua (SBCUP), 2011.

COSTA E DIAS; **“Projeto de uma plataforma sensorial para monitoramento de temperatura, umidade, monóxido e dióxido de carbono em sistemas agroflorestais na Amazônia”**, Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC’ 2015.

COSTA JUNIOR, A. O., GUEDES, E. B. **“Uma Análise Comparativa de Kits para a Robótica Educacional”**. XXIII Workshop sobre Educação em Computação. Anais do XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2015.

CRIBB, S. **Contribuições da Educação Ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente**. Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. 2010. Disponível em:<<http://www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/>> Acesso em: 12 de maio de 2017.

CRIBB, S. L. S. P. **“A horta escolar como elemento dinamizador da Educação Ambiental e de hábitos alimentares saudáveis”**. In: Anais do Encontro Nacional de

Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2007.

FACEBOOK. Facebook Graph API. Disponível em: <<https://developers.facebook.com/docs/reference/api/>>. Acesso em: 22 abril de 2017.

FERNANDES E LUCENA; “**Construindo Sistemas Multi-Agentes no Contexto de Internet das Coisas**”. Departamento de Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) CEP 22453-900 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

GALIAZZI, Maria do Carmo; FREITAS, José Vicente de (org.). Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental. Ijuí: Editora Unijuí, 2005.

GENTIL, D.F.O.; SOUZA, R.A.G. Horta Escolar: um espaço didático-pedagógico. In: Congresso Brasileiro de Olericultura. In: Anais 51º Congresso Brasileiro de Olericultura, Viçosa: ABH. 438-444, julho 2011. Disponível em: , acesso em 15 de maio de 2016.

GONÇALVES, E. J. T. (2009). **Modelagem de Arquiteturas Internas de Agentes de Software Utilizando A Linguagem MAS-ML 2.0**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação da UECE, Centro de Ciência e Tecnologia. Fortaleza.

HERBERT A. **Simon and the Concept of Rationality**: Boundaries and Procedures (May 2007). Revista de Economia Política, Vol. 30, No 3, pp. 455–472, Jul.–Sept. de 2010. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2782819>>, acesso em: 02 de maio de 2017

JADE. **Java development framework: an opensource platform for peer-to-peer agent based applications**. Disponível em: <<http://jade.tilab.com/>>, acesso em: 03 de maio. 2017.

JENNINGS, N. R. (2001) “**An Agent-Based approach for building Complex Software Systems**”, Em: Communications of the ACM, 44, pp. 35-39.

LEFF, Enrique. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LIPAI. Eneida Maekawa, Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao3.pdf>>. acesso em: 11 de abril de 2017

MATTAR, João. **Tutoria e interação em Educação a Distância**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAYER, M. **Evaluation the outcomes of environment and schools initiatives**. CEDE- Centro Europeo Dell Educazione, 1989.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente** – a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário. 6. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009. p. 68-69.

MOUSINHO, P. Glossário. In: Trigueiro, A. (Coord.) Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante. 2003.

NETBEANS 8.1, Netbeans Home Page, Disponível em: <<http://www.netbeans.org/community/>>, acesso em: 11 de maio de 2017.

NUNES, Charalampos. (2014). **Building Internet of Things with the Arduino**.

OLIVEIRA, M. L. C.; NEVES, R. H. C. L. Educação e sustentabilidade. Presença pedagógica, Belo Horizonte, v. 19, n. 109, p. 72-77, jan./fev. 2013.

PACETODAY, pacetoday Home Page, Disponível em: <<https://pacetoday.com.au>> acesso em 26 abril de 2017.

PETTS, J. Ed., Handbook of environmental impact assessment, Blackwell Science, Oxford, (Environmental impact assessment: process, methods and potential, v. 1) (1999).

RAJU E RAVI; “**Arduino based Autonomous Energy Management of a Micro-Grid using Multi Agent System**”, IJCTA, 10(02), 2017, pp. 157-164 International Science Press.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. 2. ed. Revista e ampliada: São Paulo: Brasiliense, 2009 (Coleção primeiros passos).

RODRIGUES, I. O. F.; FREIXOS, A. A. “**Representações e Práticas de Educação Ambiental em Uma Escola Pública do Município de Feira de Santana (BA): subsídios para a ambientalização do currículo escolar**. Rev. Bras. de Ed. Ambiental”, Cuiabá, 2009.

RUSSEL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Campos, 2004.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. (2013). “**Inteligência Artificial**”. Elsevier

SALAZAR E RANGEL; “**Irrigation System through Intelligent Agents Implemented with Arduino Technology**”, Faculty of Computer Systems Engineering, Technological University of Panamá.

SANTOS, A. S. R. dos. O direito ambiental e a participação da sociedade. In: BEJAMIN, Antônio Herman V.; MILARÉ, É. (Coord.). **Revista de direito ambiental**. São Paulo, n. 3, jul-set 1997, p. 219.

SLIDEPLAYER, slideplayer Home Page, Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1815901>>, acesso em 27 abril de 2017

SUNG, W. T., CHEN, J. H., HSIAO, C. L., and LIN, J. S. “**Multi-sensors Data Fusion Based on Arduino Board and XBee Module Technology**”. IEE International Symposium Computer, Consumer and Control (IS3C), 2014.

TALAMONI, Jandira L. B. e SAMPAIO, Aloísio Costa. **Educação Ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo: Escrituras Editora, 2008 (Educação para a Ciência; 4).

VALLE, C. E., Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o ambiente, Pioneira, São Paulo, (1995).

WOOLRIDGE and WOOLRIDGE, 2002 M. Woolridge and M. Wooldridge, “**in Introduction to Multiagent Systems. JohnWiley & Sons**”, Inc., New York, 2002.

ZANELLA, A., BUI, N., CASTELLANI, A., VANGELISTA, L., ZORZI, M. (2014) “**Internet of Things for smart cities**”, IEEE Internet of Things Journal, vol. 1, pp. 22-32.

Apêndice A

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA EM COLETA DE DADOS EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Itacoatiara, 16 de novembro de 2017

Eu, Ronem Matos Lavareda Filho, responsável principal pelo **Projeto Orientado em Informática na Educação II**. Possibilitando coleta de dados para o meu Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, o qual pertence ao curso de Licenciatura em Computação do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara - CESIT, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, venho pelo presente, solicitar autorização da Escola Estadual Profª Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima, no setor educacional, ministrando aulas sobre Educação Ambiental e apresentando o Sistema de Monitoramento utilizado na Horta da Escola para uma turma de 26 alunos. Os dados serão recolhidos através de questionário/entrevista/observação, para realização da coleta de dados por meio do banco de dados dos alunos, no período de **14/11/2017 a 18/11/2017** para o trabalho de pesquisa sob o título: **SISTEMA DE MONITORAMENTO INTELIGENTE DE UMA HORTA ESCOLAR BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO**, com o objetivo de conceber um sistema multi-agente de monitoramento de uma horta escolar baseado na plataforma Arduino, com o intuito de identificar e informar em tempo real o contexto deste ambiente, bem como apoiar a prática de educação ambiental dos alunos do 1º ano do ensino médio da Escola Estadual Profª Mirtes Rosa Mendes de Mendonça Lima. Esta pesquisa está sendo orientada pelo (a) Professor Jhonathan Araújo Oliveira.

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes.

Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento do pesquisador (a) em possibilitar, aos participantes, um retorno dos resultados da pesquisa. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados, fotos e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando sigilo e ética, conforme termo de consentimento livre que será assinado pelo participante. Esclarecemos que tal autorização é uma pré-condição.

Contando com a autorização desta instituição, colocamo-nos à disposição para qualquer esclarecimento.

Ronem Matos Lavareda Filho
Pesquisador principal

Jhonathan Araújo Oliveira
Professor orientador

Apêndice B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: Identificar o nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da Horta Escolar.

Prezado Senhor (a),

Como parte de um Projeto de Conclusão de Curso, com o intuito de identificar o nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da Horta Escolar. Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará os resultados obtidos pelo projeto. O objetivo da pesquisa é identificar o nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da horta escolar, bem como, avaliar as potencialidades didáticas do sistema de monitoramento como um instrumento de auxílio a sensibilização e conscientização ambiental. Sua participação na pesquisa não é obrigatória. Você não está sendo avaliado!

1) Procedimento

A identificação do nível de engajamento dos alunos com relação as ações de monitoramento da horta escolar serão obtidas através da aplicação de um questionário. Para participar deste estudo solicito a sua especial colaboração em: (1) permitir que os dados resultantes da sua avaliação sejam estudados, (2) responder um questionário sobre a sua contribuição para a pesquisa. Quando os dados forem coletados, seu nome será removido. Em caso de filmagens sua identidade será preservada dos mesmos e não será utilizado em nenhum momento durante a análise ou apresentação dos resultados.

2) Tratamento de possíveis riscos e desconfortos

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa relacionadas à pesquisa, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal.

3) Benefícios e Custos

Espera-se que, como resultado deste estudo, você possa aumentar seu conhecimento sobre Educação Ambiental, de maneira a contribuir com a preservação do planeta. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa de um modo geral nas áreas de Inteligência Artificial e Ciência da Computação. Você não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso devido à participação na pesquisa.

4) Confidencialidade da Pesquisa

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome e o da sua organização não serão identificados de modo algum, a não ser em caso de autorização explícita para esse fim.

5) Participação

Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária. Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades. Em caso de você decidir se retirar do estudo, favor notificar um pesquisador responsável.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o mesmo, assim como tirar dúvidas, bastando entrar em contato pelos seguintes emails:

Pesquisador: Ronem Matos Lavareda Filho – ronem_lavareda@hotmail.com – CESIT/UEA

Pesquisador orientador: Jhonathan Oliveira Araújo – jhonathan.araujo.icet@gmail.com – CESIT/UEA

6) Declaração de Consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Local e Data:

Organização: Universidade do Estado do Amazonas - UEA	
Participante	Pesquisador
Nome: _____ Assinatura: _____	Nome: Ronem Matos Lavareda Filho Assinatura: _____

Apêndice C

Sistema de Monitoramento (Horta Escolar) – Questionário pós-avaliação

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência de utilização do sistema de monitoramento de uma Horta Escolar

1. Em relação à sua percepção sobre a utilização do Sistema de Monitoramento na Horta Escolar, bem como, a contribuição do mesmo para o engajamento dos alunos na prática de Educação Ambiental, qual o seu grau de concordância em relação às seguintes afirmações:

	Concordo Totalmente (100%)	Concordo Amplamente (99% - 70%)	Concordo Parcialmente (69% - 51%)	Discordo Parcialmente (50% - 31%)	Discordo Amplamente (30% - 1%)	Discordo Totalmente (0%)
O tema proposto é de grande importância em relação ao meio ambiente						
Já ouvi falar em Educação Ambiental						
Na minha escola os professores trabalham a Educação Ambiental						
A Educação Ambiental é trabalhada de forma prática						
A utilização do sistema despertou a análise de fatores relacionados a conscientização e sensibilização ambiental						
O sistema permite estabelecer relações entre os problemas locais e os problemas globais do planeta						
Minhas atitudes mudaram em relação ao meio ambiente após utilizar o sistema na Horta da Escola						
O sistema como ferramenta didática, proporcionou conscientização em relação da cultura da horta na escola e o meio ambiente em geral						
Despertou em mim hábitos ecológicos após ajudar no plantio e preservação da Horta da Escola						

Melhorou minha capacidade de análise e de tomada de decisões em relação ao meio ambiente						
--	--	--	--	--	--	--

Comentários (sugestões de melhorias):

Sugestões de melhorias (Tudo o que você julgar para ser melhorado no Sistema):

2. Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre a aplicação, dificuldades encontradas, etc.

Muito obrigado pela sua colaboração!

Apêndice D

Cronograma das Atividades com a Distribuição ao Longo de 5 Meses de execução.

Etapas	Meses				
	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Revisão de Literatura	X	X	X	X	X
Modelar os Agentes de <i>Software</i>	X				
Implementação dos Agentes de <i>Software</i>	X	X			
Implementação e testes		X			
Diagnóstico inicial		X			
Estudo de Caso			X		
Avaliação			X	X	
Escrita da redação	X	X	X	X	X
Apresentação Final					X