



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE  
E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**ROBERTO KIYOSHI ITO**

**CONSTRUÇÃO DE SONDA PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE  
DE EFLUENTES PARA ATERROS SANITÁRIOS**

Presidente Prudente – SP

2019



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE  
E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**ROBERTO KIYOSHI ITO**

**CONSTRUÇÃO DE SONDA PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE  
DE EFLUENTES PARA ATERROS SANITÁRIOS**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (MMADRE). – Área de Concentração: Avaliação e Análise de Impacto Ambiental.

Orientador:  
Prof. Dr. Danillo Roberto Pereira

Presidente Prudente – SP

2019

628.445  
I89c

Ito, Roberto Kiyoshi.

Construção de sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes para aterros sanitários / Roberto Kiyoshi Ito – Presidente Prudente, 2019.  
69 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, 2019.

Bibliografia.

Orientador: Danilo Roberto Pereira

1. Sonda. 2. Meio Ambiente. 3. Resíduos. 4. Aterro. 5. Lixão. I. Pereira, Danilo Roberto. II. Título.

Catálogo na Fonte: Ivy Fini Rodrigues – CRB8/7470

**ROBERTO KIYOSHI ITO**

**CONSTRUÇÃO DE SONDA PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE  
DE EFLUENTES PARA ATERROS SANITÁRIOS**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (MMADRE). – Área de Concentração: Avaliação e Análise de Impacto Ambiental.

Presidente Prudente, 18 de novembro de 2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Orientador Danillo Roberto Pereira  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente – SP

---

Prof. Dr. Francisco Assis da Silva  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste  
Presidente Prudente – SP

---

Prof. Dr. Bruno do Vale Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP  
Presidente Epitácio - SP

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha esposa, Danielle, e minha filha Isabel, pelo apoio nessa etapa fundamental de minha carreira acadêmica, sem o qual, teria sido impossível atingir as metas estipuladas.

## **AGRADECIMENTOS**

**Agradeço a meu orientador, Doutor Danilo Roberto Pereira, pelo inestimável auxílio na elaboração do projeto de mestrado e na construção da patente. Sem sua criatividade e compreensão do universo científico, teria sido tarefa impossível a conclusão deste trabalho.**

*“...se enxerguei mais longe, foi porque me apoiei em ombros de gigantes...”.*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

### **Construção de sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes para aterros sanitários**

No contexto mundial, de discussões sobre emissão de poluentes, aquecimento global, e outras tantas incertezas em relação ao meio ambiente, esta pesquisa traz a tona a discussão sobre aspectos viáveis da automação de aterros sanitários e seu custo benefício, através do levantamento de características de materiais depositados em aterros. Para tanto, este estudo apresenta um modelo de sonda capaz de enviar uma série de informações sobre fenômenos físicos ocorridos em aterros sanitários, em especial controle de temperatura e geração de gases em camadas aterradas, de maneira a identificar o estágio de maturação dos materiais dispostos no aterro sanitário. Este projeto é possível graças ao desenvolvimento de novas tecnologias, que tornam possível monitorar e intervir em uma grande gama de índices físicos, fundamentais por exemplo, para o controle sanitário de uma área de aterro. Com a utilização de um equipamento de baixo custo, composto por uma placa micro controladora e sensores acoplados, é possível construir esta sonda. No que diz respeito à metodologia, este trabalho está dentro das tipologias específicas de pesquisa, identificado como pesquisa aplicada, por seu interesse prático, pois os dados obtidos deixam clara a aplicabilidade de seus resultados na resolução do problema de recuperação de áreas degradadas pelo depósito de resíduos sólidos urbanos.

**Palavras-chave:** Sonda. Meio Ambiente. Resíduos. Aterro. Lixão.

## **ABSTRACT**

### **Probe construction for parameter analysis and wastewater control for landfills**

In world context, of discussions about the emission of landfill, global warning, and many other uncertainties that surround environment, this research brings up the discussion about viable aspects of landfill automation and its cost benefits, through the survey of deposited material characteristics in landfills. To this end, this study presents a probe model capable of sending a series of information about physical phenomena occurred in landfills, especially temperature control and gas generation in grouped layers, in order to identify the maturation stage of the materials disposed in the landfill. This project is made possible by the development of new technologies that make it possible to monitor and intervene on a wide range of physical indices, which are fundamental for the sanitary control of a landfill area. Discussing viable aspects of a landfill automation, and their cost-effectiveness, become interesting actions in the global solid waste management landscape. Using low-cost equipment consisting of a micro controller board and coupled sensors, it is possible to build this probe. Regarding the methodology, this work is within the specific research typologies, identified as applied research, for its practical interest, since it is clear the applicability of its results in solving the problem of recovery degraded areas by the deposit of solid urban waste

**Keywords:** Probe. Environment. Waste. Embankment. Dumping ground

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Experimento instalado no Campus II da Unoeste – laboratório de agronomia .....	22
Figura 2 – Mangueira perfurada para captação de gás.....	23
Figura 3 – Reservatório antes da recepção dos materiais .....	23
Figura 3 – Proporção em kg do material depositado no reservatório 1 .....	24
Figura 4 – Proporção em kg do material depositado no reservatório 2 .....	25
Figura 5 – Materiais empregados na sonda .....	26
Figura 6 - Sonda em funcionamento prévio .....	26
Figura 7 – Variações de temperatura medidas em °C.....	30

### LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO – CONSTRUÇÃO E VIABILIDADE DE SONDAS PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE DE EFLUENTES

Figura 1 - Experimento instalado no Campus II da Unoeste – laboratório de agronomia .....	41
Figura 2 - Mangueira perfurada para captação de gás .....	41
Figura 3 - Reservatório antes da recepção dos materiais .....	42
Figura 4 - Materiais empregados na sonda.....	44
Figura 5 - Sonda em funcionamento prévio.....	44

**LISTA DE GRÁFICOS DO ARTIGO – CONSTRUÇÃO E VIABILIDADE DE  
SONDAS PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE DE EFLUENTES**

Gráfico 1 - Proporção em kg do material depositado no reservatório 1 .....	43
Gráfico 2 - Proporção em kg do material depositado no reservatório 2 .....	43
Gráfico 3 - Variações de temperatura medidas .....	46

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Conteúdo em kg do material depositado nos reservatórios .....	23
Tabela 2 - Comparativo de presença de gás.....	28
Tabela 3 - Comparativo de temperaturas.....	29

## **LISTA DE TABELAS DO ARTIGO – CONSTRUÇÃO E VIABILIDADE DE SONDAS PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS E CONTROLE DE EFLUENTES**

Tabela 1 - Conteúdo em kg do material depositado nos reservatórios .....	42
Tabela 2 - Comparativo de presença de gás.....	45
Tabela 3 - Comparativo de temperaturas.....	46

## LISTA DE SIGLAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
ICSP	In Circuit Serial Programming
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
LED	Light Emitting Diode
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PVC	Policloreto de Polivinila
PWM	Pulse Width Modulation
USB	Universal Serial Bus

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>28</b>
5.1	GASES .....	28
5.2	TEMPERATURA .....	29
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>ARTIGO – Construção e viabilidade de sondas para análise de parâmetros e controle de efluentes</b> .....	<b>36</b>
	<b>ANEXO</b> .....	<b>50</b>
	<b>ANEXO A – PEDIDO NACIONAL DE INVENÇÃO, MODELO DE UTILIDADE, CERTIFICADO DE ADIÇÃO DE INVENÇÃO E ENTRADA NA FASE NACIONAL DO PCT</b> .....	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria dos municípios brasileiros ainda dispõe seus resíduos sólidos domiciliares em lixões, sistemas que não deveriam mais existir, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). O contexto político, capacidade técnica e ausência de recursos financeiros impedem que a Lei 12.305 aprovada em 02 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, produza os efeitos planejados. Em síntese, todos os municípios deveriam, em um lapso temporal de 4 anos (até 2014), adaptar-se e adotar sistemas de manejo adequado para os resíduos gerados nos seus limites urbanos, o que não ocorreu. Dos municípios pertencentes a região do Pontal do Paranapanema, as situações mais graves são encontradas em Pirapozinho e Presidente Prudente (BUENO, 2012), considerados irregulares pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo).

Existem três modelagens clássicas para definição do modelo utilizado para manejo dos resíduos sólidos: Lixão; Aterro controlado e Aterro sanitário. Esta definição é dada pela norma ABNT NBR 15849:2010, instituída em 14 de julho de 2010, especificando os requisitos mínimos para localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte, especificamente para disposição de resíduos sólidos urbanos. Em conformidade com as Legislações pertinentes à matéria, pode-se sinteticamente identificar estes modelos segundo algumas características, e classificá-los como lixão, aterro controlado ou aterro sanitário.

Neste sentido, o lixão é caracterizado por não possuir previamente a preparação do solo para recepção dos resíduos, tampouco sistema de tratamento de efluentes líquidos, em especial do chorume. É comum a presença de animais (insetos, pássaros, ratos) e até de pessoas (de todas as faixas etárias), em busca de alimento e, mais notadamente no caso de pessoas, em busca de materiais recicláveis para venda. No Lixão é bastante comum não haver o aterramento dos materiais, o que concorre para a lixiviação de resíduos pela água da chuva.

O Aterro controlado é caracterizado pela situação intermediária entre Lixão e Aterro sanitário. O solo de um aterro controlado é previamente preparado para receber os resíduos, através de impermeabilização da área que receberá os resíduos com uma camada de argila ou manta (geralmente plástico ou PVC - Policloreto de

Polivinila) ou outro material, de forma a impossibilitar que o chorume penetre no solo. Os resíduos são diariamente recobertos com terra ou outro material que impossibilite a lixiviação e o contato com animais. No aterro controlado há um sistema próprio para captação e destinação do chorume, em geral, destinado a lagoas de tratamento, evitando, assim, sua penetração no solo, bem como a contaminação que gera passivos ambientais de severa gravidade. Os gases são igualmente coletados através de tubulação própria, a fim de reduzir os impactos ambientais.

Por fim, o Aterro sanitário é a condição mais adequada para o manejo de resíduos sólidos urbanos. De acordo com a literatura recente, a classificação de operações de aterros sanitários pode ser feita em: aterros de pequeno, médio e de grande porte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS, 2017).

Na modelagem de aterro sanitário, o solo é previamente nivelado e preparado com camadas de argila e manta de PVC ou ainda de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), garantindo o total isolamento do material a ser aterrado com o subsolo. Ao longo do terreno são instalados drenos de gases e chorume, direcionando-os para tratamento adequado. No caso dos gases (em especial o metano), há a possibilidade de simples queima ou, em projetos que possuem volume suficiente, a queima para cogeração de energia elétrica por meio de conjuntos moto geradores. O chorume gerado em aterros sanitários deve ser obrigatoriamente tratado numa ETE (Estação de Tratamento de Esgotos), composta por uma série de lagoas primárias e facultativas que garantirão que este efluente seja inertizado.

Na região do Pontal do Paranapanema, a principal cidade, Presidente Prudente, ainda opera seus resíduos sólidos urbanos da maneira mais arcaica, em descompasso com as técnicas mais modernas, preconizadas na legislação.

Nesse cenário, especificamente em nossa região, Presidente Prudente alcançou nota 7,1 no manejo de resíduos sólidos, média que não reflete de maneira adequada o alto IDHm (índice de desenvolvimento humano) atribuído à cidade (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017).

Um bom exemplo de gestão de resíduos sólidos é o que foi adotado em São José do Rio Preto, que obteve nota máxima em sua operação, atribuída pela CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014).

Com a chegada de novas tecnologias, como a automação através de *hardwares* abertos, já é possível efetuar uma vasta gama de controles físicos e

químicos para sistemas de tratamento de resíduos sólidos, através de sondas construídas com estes equipamentos, de baixo custo de implantação e operação.

Hoje o conceito de automação e controles ambientais está mudado. Existem a nosso alcance uma gama de possibilidades práticas e econômicas que utilizam a automação, desde a mais básica, com uma única operação até as mais abrangentes, em sistemas de integração para diversos ambientes; em contrapartida, a legislação tem estabelecido parâmetros de controle ambiental cada vez mais rigorosos.

Neste contexto, onde as exigências ambientais são cada vez maiores, o poder público encontra-se em pé de desigualdade, em especial, porque o momento econômico de recessão vivido pelo país, cria uma situação de redução de suas receitas e aumento de despesas, inviabilizando a melhoria de práticas de conservação e controles ambientais mais abrangentes e eficazes.

Em 2005, na Itália, surgiu a plataforma Arduino, ideia baseada em um hardware de baixo custo, fácil manipulação e aprendizado para projetos escolares. Em virtude do sucesso imediato, essa plataforma foi premiada com uma menção honrosa na categoria Comunidades Digitais em 2006, na Prix Arts Electronica. Esta tecnologia vem sendo largamente empregada em uma ampla gama de soluções, geralmente atreladas à automação de sistemas e a atividades repetitivas. Estas atividades; vinculadas a um ciclo de rotinas pré-estabelecidas; dispensam atuadores mecânicos, como chaves, teclados, e outros geradores de *input* de sinal, tornando as ações automatizadas. Sua utilização, com foco a atender o monitoramento ambiental no processo de manejo de resíduos sólidos, pode contribuir em muito para a mitigação de vários problemas ambientais até agora sem solução.

O tratamento dos resíduos sólidos urbanos requer um monitoramento ambiental com parâmetros definidos e continuidade incessante de análises físico-químicas, determinados principalmente pelas resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

Para avaliação das características físicas dos efluentes líquidos (chorume) gerados por um aterro, o CONAMA, com base em todo o arcabouço legal, elaborou sua resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, com as seguintes considerações:

Considerando que o art. 26 da Constituição Federal inclui entre os bens do Estado as águas subterrâneas;

Considerando que a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visa assegurar a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental através da

racionalização do uso dos meios, controle e zoneamento das atividades potencialmente poluidoras e o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

Considerando a Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, particularmente em seus artigos 9º e 10º que tratam do enquadramento dos corpos de água em classes, ratificando que cabe à legislação ambiental estabelecer as classes de corpos de água para proceder ao enquadramento dos recursos hídricos segundo os usos preponderantes;

Considerando que a Resolução no 12, de 19 de julho de 2000, do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), determina que cabe às Agências de Águas ou de Bacias, no âmbito de sua área de competência, propor aos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas o grau de importância e características de uso dos corpos de água;

Considerando que a Resolução no 15, de 11 de janeiro de 2001, do CNRH, estabelece que o enquadramento dos corpos de água em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aquíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos;

Considerando a necessidade de integração das Políticas Nacionais de Gestão Ambiental, de Gestão de Recursos Hídricos e de uso e ocupação do solo, a fim de garantir as funções social, econômica e ambiental das águas subterrâneas;

Considerando que os aquíferos se apresentam em diferentes contextos hidrogeológicos e podem ultrapassar os limites de bacias hidrográficas, e que as águas subterrâneas possuem características físicas, químicas e biológicas intrínsecas, com variações hidrogeoquímicas, sendo necessário que as suas classes de qualidade sejam pautadas nessas especificidades;

Considerando ser a caracterização das águas subterrâneas essencial para estabelecer a referência de sua qualidade, a fim de viabilizar o seu enquadramento em classes;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando que a prevenção e controle da poluição estão diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade de água exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo;

Considerando finalmente a necessidade de se promover a proteção da qualidade das águas subterrâneas, uma vez que poluídas ou contaminadas, que sua remediação é lenta e onerosa. Neste contexto, estas diretivas ambientais, deram origem aos objetivos deste trabalho.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral é propor a construção de uma ferramenta utilizando uma placa Arduino e sensores acoplados, para gerar dados capazes de solucionar dúvidas que pairam sobre características de materiais aterrados.

Desta maneira, a presente pesquisa buscou contribuir na elaboração de diagnósticos pontuais para o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos. Estas análises foram baseadas em um levantamento de dados de dois reservatórios de materiais aterrados, acoplados a sensores e a uma placa Arduino.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de literatura que norteou este trabalho considerou uma vasta gama de publicações. A revista brasileira de ensino de física veiculou no ano de 2020 (ALVES *et al.*, 2020), um artigo sobre a aplicação de Arduino em um experimento para medição da radiação solar, de fácil execução, incentivando a aplicação desta tecnologia em investigações ambientais.

Vários estudos corroboram para o atestado neste experimento, (BOUAZZA *et al.*, 2011) encontrou a mesma condição em seus experimentos, com aquecimento das células de resíduos nos primeiros períodos e posterior resfriamento, deixando evidente também que a temperatura do material afeta diretamente o volume e existência de biogás em materiais aterrados. Karina Heck *et al.*, (2013) indicou em seu trabalho os ciclos térmicos que ocorrem em materiais aterrados, que comportaram-se de maneira similar ao apresentado neste trabalho. Leite (1991) e Zanatta (2012) em seus trabalhos identificou os ciclos térmicos e sua ocorrência.

Estudos mais recentes convergem sobre a inexistência de metodologias padronizadas para tratamento de resíduos sólidos, como citados nos trabalhos de SILVA (2017), exatamente pela ausência de ferramental próprio para a análise das características dos materiais depositados, em especial pela ausência de tecnologia para sua análise.

A popularização destas tecnologias tem encontrado apoio na literatura científica, incentivando a experimentação do Arduino (VIDAL-SILVA *et al.*, 2019), sugerindo a pesquisadores seu uso para resolução de levantamento de dados que antes, só seriam possíveis com ferramentais muito mais onerosos. Esta popularização contribui fortemente para a aplicabilidade da sonda, em especial, com surgimento de novas placas controladoras e novas modelagens de sensores, com novas aplicações e utilidades.

Alguns trabalhos recentes avaliam a presença e aproveitamento de gás metano gerado em aterros sanitários, objetivando o aproveitamento de gases despreendidos para co-geração de energia, apresentando suas peculiaridades e dificuldades quanto a captação, armazenamento e dispersão (emissões fugitivas) no meio ambiente (MOREIRA *et al.*, 2020).

Na mesma linha de raciocínio, foram realizados estudos para tentar determinar através de modelos matemáticos e estatísticos o aproveitamento de biogás para o

aterro sanitário do município de Varginha – MG. Este estudo considerou conjuntamente os aspectos ambientais e econômicos inerentes às características daquela operação, realizando uma avaliação da taxa de retorno do investimento em função do tempo e do volume de biogás gerado, com o objetivo de estabelecer padrões viáveis de operação (SOUZA *et al.*, 2019).

A variação de metodologias utilizadas para aterros de resíduos sólidos domiciliares é muito discutida na literatura, principalmente pela ausência parâmetros precisos para replicação de projetos em aterros sanitários, apesar do extenso regramento existente, como relatam (ARAÚJO *et al.*, 2017). Em parte, isto decorre das diferenças existentes entre as legislações estaduais que regulam a temática. Desta maneira, cada operação possuirá singularidades que tornam necessárias medições específicas no local, não sendo possível a uniformização de resultados.

A questão de manuseio e operação de resíduos sólidos possui muito pouco material recente, porque a mundialmente o método de tratamento mais utilizado é a queima dos resíduos domiciliares para co-geração de energia, como fazem Estados Unidos, França, e Japão entre outros países.

As operações de co-geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos reduzem drasticamente o volume de materiais enviados para reciclagem e elimina a maior parte dos resíduos enviados para os aterros sanitários, suscitando várias discussões no mundo acadêmico sobre a importância social dos recicladores. O trabalho dos catadores gera contradições na sociedade. Por um lado, existe a geração de renda e a desoneração do meio ambiente por outro, as condições em que se inserem ainda são precárias e de invisibilidade social. A árdua ocupação com o trabalho da reciclagem cria o desafio de os catadores lidarem com a constante ambivalência de sua condição, em que o trabalho ressignificado ainda disputa espaço com o preconceito e com a exclusão social. Sem materiais para reciclagem esses trabalhadores perdem sua renda, precarizando sua subsistência (SOUZA *et al.*, 2019).

## 4 METODOLOGIA

A evolução do campo tecnológico, sobretudo no que diz respeito à automação, tem possibilitado a intervenção e monitoramento de uma grande variedade de indicadores físicos, os quais muitas vezes, são fundamentais para o controle sanitário. Através de um equipamento composto por uma placa micro controladora e sensores acoplados, é possível construir uma sonda capaz de enviar informações sobre uma série de ocorrências físico-químicas.

Para reproduzir um ambiente para testes, foi implantada no Campus II da Unoeste, no laboratório de campo da agronomia um sistema composto por dois reservatórios estanques de 300 litros, com fundo selado para evitar a dispersão de chorume. A Figura 1 ilustra as características desta instalação.

Figura 1 – Experimento instalado no Campus II da Unoeste – laboratório de agronomia



Fonte: O autor.

A partir do ponto de tomada de entrada do reservatório foram dispostas mangueiras com furos para captação do gás gerado pela decomposição das matérias orgânicas, direcionando para fora dos reservatórios o efluente. As Figuras 2 e 3 demonstram o modo pelo qual foi instalada a drenagem de gases.

Figura 2 – Mangueira perfurada para captação de gás



Fonte: O autor.

Figura 3 – Reservatório antes da recepção dos materiais



Fonte: O autor.

A partir do mesmo orifício de tomada de entrada foi introduzida a sonda térmica. Na extremidade da mangueira para captação de gases foi instalado o detector de gases. No primeiro reservatório foram depositados materiais predominantemente orgânicos, conforme demonstrado na Tabela 1 a seguir, enquanto no segundo, um teor maior de materiais recicláveis. A proposta visou reproduzir dois ambientes controlados, com características diferentes quanto ao teor de materiais recicláveis, que oportunizariam volumes e tempos diferentes de geração de gases, bem como, leituras térmicas diferentes.

Tabela 1 – Conteúdo em kg do material depositado nos reservatórios  
(continua)

<b>Reservatório 1</b>	<b>Massa(kg)</b>
Restos de comida	29,5
Cascas de legumes	16,7
Plásticos	0,9

Tabela 1 – Conteúdo em kg do material depositado nos reservatórios  
(conclusão)

<b>Reservatório 1</b>	<b>Massa(kg)</b>
Resíduos de banheiro	1,4
Mangas (frutas)	23
Água	40
Saco de lixo preto	0,75
Total	112,25
<b>Reservatório 2</b>	<b>Massa(kg)</b>
Restos de comida	14,3
Resíduos de laranja	10,6
Plásticos	5,3
Latas de alumínio	0,6
Resíduos de banheiro	2,8
Mangas (frutas)	25
Água	40
Saco de lixo preto	0,75
Total	99,35

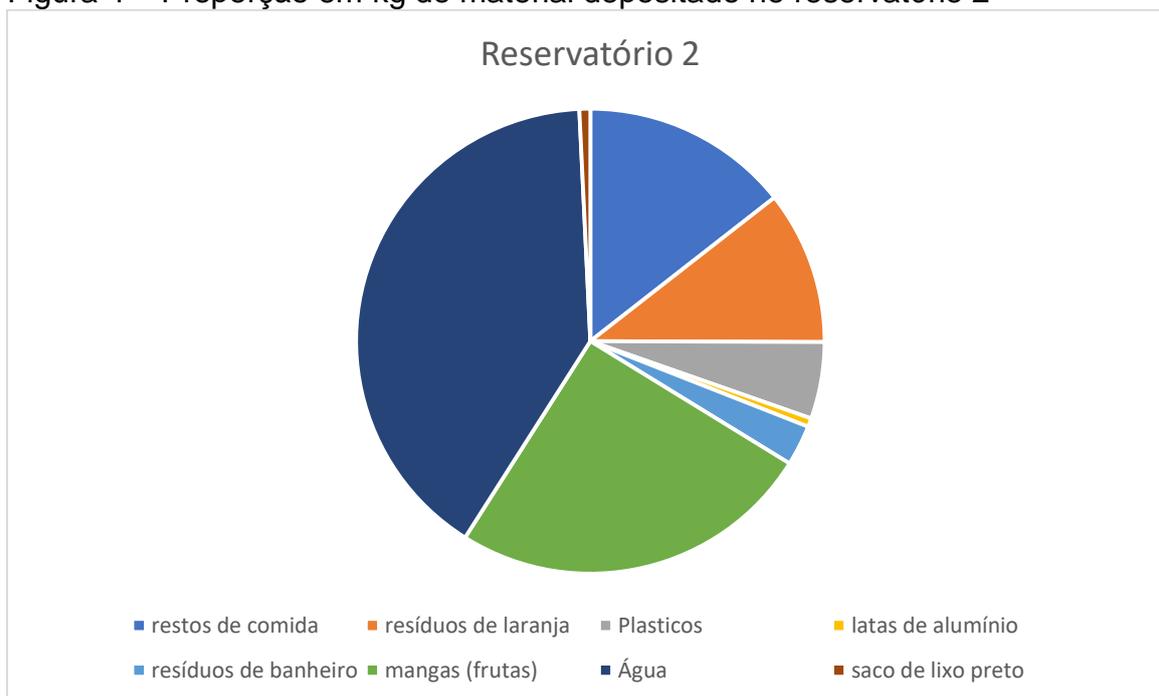
Fonte: O autor

Figura 3 – Proporção em kg do material depositado no reservatório 1



Fonte: O autor

Figura 4 – Proporção em kg do material depositado no reservatório 2



Fonte: O autor

Cabe ressaltar que neste estudo, a composição e volume das amostragens é variado, pois como mencionado anteriormente, os resíduos sólidos urbanos tem forte oscilação de conteúdo, em função de fatores econômicos, sociais e culturais. Concomitantemente à montagem do aparato de campo para ser analisado, foram agregados à sonda Arduino<sup>1</sup>, dois sensores de gases, dois sensores térmicos, uma Protoboard, cabos para conexão e leitura diversos, e uma bateria para dar autonomia à leitura da placa, sendo utilizados dois notebooks para a coleta de dados contínua, atuando também como suporte de energia no caso de ocorrência de cortes no fornecimento de luz. A Figura 5 apresenta os componentes do projeto

---

<sup>1</sup> Arduino – *hardware* aberto, mais informações em [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

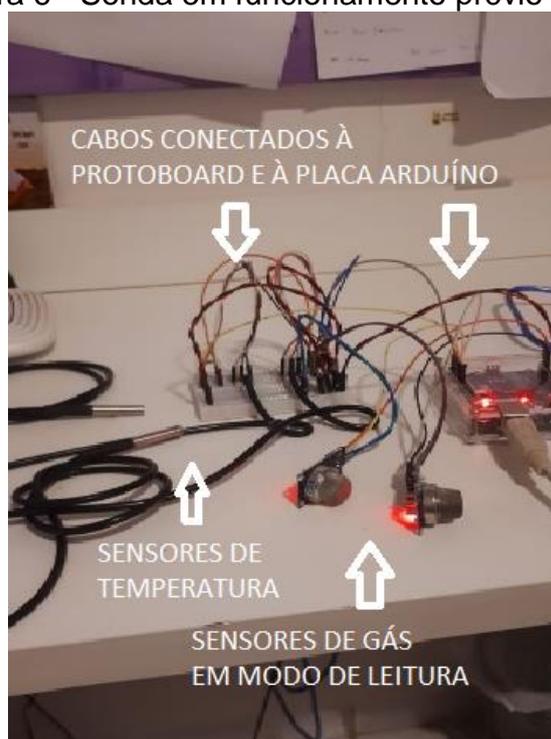
Figura 5 – Materiais empregados na sonda



Fonte: O autor.

Conectados todos os componentes, foi fornecida à placa o código guia para a leitura. Os equipamentos operaram continuamente por dois dias em ambiente controlado para verificação de sua estabilidade funcional. A Figura 6 ilustra este momento.

Figura 6 - Sonda em funcionamento prévio



Fonte: O autor.

A sonda produziu leituras térmicas em graus Célsius dos materiais aterrados, concomitantemente com a leitura de presença ou ausência de gases, fazendo uma leitura a cada hora. Após o período de testes em laboratório, os equipamentos foram transferidos para o campo, iniciando o experimento às 14:00:00 hs do dia 17/12/2018, findando às 11:00:00 hs do dia 22/03/2019. Analisando esse período, em um total de 96 dias de monitoramento, a coleta de dados mostrou-se capaz de fornecer subsídios para uma análise detalhada. Dentro do horizonte analisado houveram dois problemas críticos:

1)interrupções de medições devido a ausência de energia elétrica: em 21/12/2018, 31/12/2018, 01/01/2019, 13/01/2019, 28/01/2019, 05/02/2019, 13/02/2019 e 22/02/2019;

2)Ruptura dos cabeamentos de cobre devido à alta agressividade dos resíduos ao qual estavam expostos: em 31/12/2018 e em 11/02/2019.

Apesar destas interrupções durante o experimento, foi possível levantar dados válidos nos períodos em que a sonda emitiu leituras.

## 5 DESENVOLVIMENTO

### 5.1 GASES

Os dados de leitura dos sensores foram tabulados, a fim de facilitar a análise e compreensão dos resultados, com as respostas da sonda pré estabelecidas entre duas possibilidades para os gases: “ausente” ou “detectado”. O sensor utilizado para detecção de gases são do tipo “MQ-2”, específico para detecção de gases inflamáveis (metano, propano, butano), com atuação de alta velocidade.

Devido ao grande volume de dados, foram selecionadas quatorze amostras de medição, nos limites de mudança de leitura, sempre às 00:00:00hs, de tal maneira a ilustrarem a presença ou ausência de gases nos reservatórios analisados. A seguir, na Tabela 2, são apresentados os dados tabulados:

Tabela 2 - Comparativo de presença de gás

<b>Data</b>	<b>Reservatório 1</b>	<b>Reservatório 2</b>
19/12/2018	A	A
20/12/2018	A	A
14/01/2019	A	D
21/01/2019	A	A
28/01/2019	A	A
06/02/2019	D	A
12/02/2019	D	A
20/02/2019	D	A
27/02/2019	D	A
05/03/2019	D	A
12/03/2019	D	A
19/03/2019	D	A
16/03/2019	D	A
02/04/2019	D	A
A = AUSENTE D = DETECTADO		

Fonte: O autor.

## 5.2 TEMPERATURA

Da mesma maneira como houve o tratamento de dados dos gases, foram compilados os dados sobre temperatura dos sensores, construídos gráficos comparativos entre a temperatura ambiente x a temperatura coletada pelos sensores, com a finalidade de auxiliar a investigação das relações que se pretende demonstrar com a pesquisa. Foram tabulados os dados válidos por quinzena, representando a temperatura média, desde o início do experimento até o final. A partir de dados de temperatura ambiente, extraída de dados de previsões de temperatura do sistema Accuweather<sup>2</sup>, foi elaborada a Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Comparativo de temperaturas, em graus Cécius

Período	Accuweather	Reservatório 1	Reservatório 2
18/12/2018 a 31/12/2018	26,87	38,11	38,04
01/01/2019 a 15/01/2019	25,58	30,30	30,36
16/01/2019 a 31/01/2019	25,55	35,02	35,39
01/02/2019 a 15/02/2019	25,97	33,12	32,60
16/02/2019 a 28/02/2019	26,75	27,45	27,94
01/03/2019 a 15/03/2019	25,84	27,58	27,89
16/03/2019 a 30/03/2019	25,43	27,07	27,26
01/04/2019 a 15/04/2019	26,42	27,46	27,43

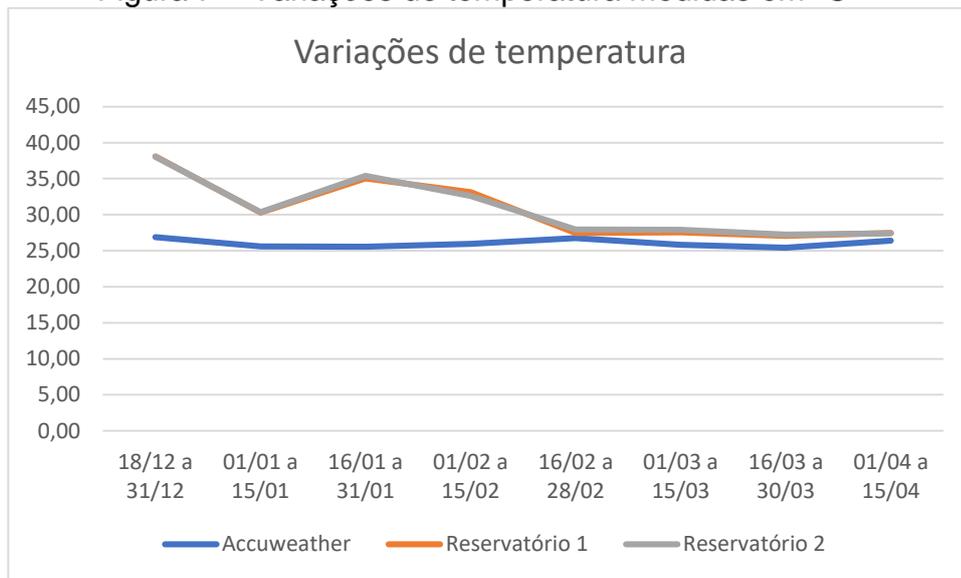
Fonte: O autor.

Os dados foram compilados em um gráfico, representado na Figura 7, para melhor entendimento dos resultados.

---

<sup>2</sup> Accuweather – empresa de tecnologia da informação especializada em climatologia, reconhecida mundialmente. [www.accuweather.com](http://www.accuweather.com)

Figura 7 – Variações de temperatura medidas em °C



Fonte: O autor.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O reservatório 1 possuía uma relação aproximada de 82% de matéria orgânica, e 18% de materiais recicláveis, enquanto o reservatório 2 possuía uma maior quantidade de material possivelmente reciclável (45% recicláveis x 55% orgânicos), ocasionando diferenças na geração de gases (o reservatório com maior quantidade de matéria orgânica gerou medições de gases por mais tempo). Outra constatação importante, é que nos períodos iniciais, em ambos reservatórios, não seria viável o investimento em equipamentos de cogeração de energia, tendo em vista a baixa quantidade de gases gerados. Vários experimentos estão sendo realizados em vários institutos de pesquisa pelo Brasil, tendo como característica a acumulação prévia de gases em reservatórios para posterior queima e cogeração de energia, mitigando o problema de baixa geração inicial de gases.

A análise de temperaturas ao longo do experimento comprovou que à medida em que a matéria orgânica sofreu decomposição, e as reações físico-químicas iniciaram-se, ocorreu o aumento de temperatura e houve geração de gases, corroborando com outros estudos empreendidos por pesquisadores, como por exemplo os de Karina Heck (HECK *et al.*, 2013). Como esperado, em seguida, houve a redução das temperaturas, convergindo para equipararem-se com a temperatura ambiente, bem como, cessou a geração de gases.

## 7 CONCLUSÃO

Estas análises podem no futuro, nortear a tomada de decisões fundamentais para a gerência de operações de resíduos sólidos urbanos, melhorando sobremaneira sua eficiência.

Este estudo abre portas para uma infindável gama de aplicações da sonda em funções de monitoramento remoto de operações, sendo algumas delas:

- Acompanhamento remoto e em tempo real dos volumes de gases gerados em aterros sanitários ou de materiais controlados. Com esta análise torna-se possível determinar o impacto ambiental gerado pelo material aterrado e, eventualmente, caso haja viabilidade econômico-financeira, implementar um projeto de cogeração de energia através da queima dos gases.

- Acompanhamento remoto e em tempo real das características físico-químicas do chorume. Pode ser feito um acompanhamento das características ao longo do tempo de decomposição dos materiais aterrados, possibilitando uma série de ensaios de laboratório. O volume de chorume gerado pode ser controlado, em especial, quando há ocorrência de chuvas, que podem oferecer risco de lixiviamento do material, causando potenciais riscos ao meio ambiente.

- Acompanhamento remoto em tempo real e medidas de mitigação de impactos da camada aterrada. Através do controle de temperatura é possível traçar controles históricos de temperatura da camada aterrada, em compasso com o meio ambiente externo, possibilitando traçar dados sobre o processo de decomposição do material.

- Com a identificação do tempo exato de transformação do material aterrado em inerte, torna-se possível inequivocamente dar início ao projeto de recuperação de áreas degradadas utilizadas para despejo, acelerando o processo de recuperação ambiental. Atualmente os prazos previstos para inertização dos materiais é atribuído empiricamente, em torno de 20 anos. Através de medições com esta sonda é possível abreviar os passivos ambientais gerados, com a liberação de recuperação de áreas em conformidade com as características individuais da operação de cada aterro.

## REFERÊNCIAS

ALVES, P. V. *et al.* Uso do Arduino como um sistema alternativo para medir radiação solar global e práticas educacionais. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v.42, e20190304, 2020. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172020000100612&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172020000100612&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 21 abr. 2020. Epub Feb 14, 2020. DOI: 10.1590/1806-9126-rbef-2019-0304.

ARAUJO, P. S. **Análise do desempenho de um solo compactado utilizado na camada de cobertura de um aterro sanitário.** 2017, 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIROA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Estudos Sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários.** São Paulo:Fundação Getúlio Vargas, 2017, 56p. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=0B1Z1mX5Lixgdak1iOWI4cjFRWVBD0GY2RVhwWUV1Sy0tR2Fz>. Acesso em: 06 jun. 2018 .

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896:** Aterros de Resíduos não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro:ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495:** Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares Parte 2: Desenvolvimento. Rio de Janeiro:ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849:** Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro:ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484:** Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio.. Rio de Janeiro:ABNT, 2001.

BOUAZZA, A. ; NAHLAWI, H. ; AYLWARD, M. *In Situ* Temperature Monitoring in an Organic-Waste Landfill Cell. **Journal of Environmental Engineering © ASCE**, p.1286-1289, dez. 2011.

BRASIL. Congresso Nacional. Política Nacional De Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 agosto de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 28 maio 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade

da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 396**, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 28 maio 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 404**, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>. Acesso em 28 de maio de 2018.

BUENO, D. C. F.; LEAL, A. C. Geração E Destinação Dos Resíduos Sólidos Domiciliares No Pontal Do Paranapanema / São Paulo - Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 12, nov. 2012. Disponível em: [http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/362/370](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/362/370). Acesso em: 02 nov. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2016**. São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: [https://unitoledo-my.sharepoint.com/personal/roberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Froberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br%2FDocuments%2FAttachments%2Finventario-residuos-solidos-2016%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Froberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br%2FDocuments%2FAttachments&slid=53e56c9e-0093-6000-f1fa-e17d0bbd9604](https://unitoledo-my.sharepoint.com/personal/roberto_ito_toledoprudente_edu_br/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Froberto_ito_toledoprudente_edu_br%2FDocuments%2FAttachments%2Finventario-residuos-solidos-2016%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Froberto_ito_toledoprudente_edu_br%2FDocuments%2FAttachments&slid=53e56c9e-0093-6000-f1fa-e17d0bbd9604). Acesso em: 01 jun. 2018.

HECK, K. *et al.* Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.54–59, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a08.pdf>. Acesso em: 28 maio 2018.

LEITE, W.C.A. **O estudo do comportamento da temperatura, pH e teor de umidade na decomposição anaeróbia de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. 1991. 180 p., Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, São Carlos, 1991.

MOREIRA, F. G. S. *et al.* Emissões fugitivas de biogás em camada de cobertura de solo compactado em aterro sanitário. **Eng. Sanit. Ambient.** v.25, n.2, p.247-258, 2020. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522020000200247&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522020000200247&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 02 jun. 2020. Epub Apr 17, 2020. DOI: 10.1590/s1413-41522020189648.

SILVA, R. F. **A análise multicritério de tecnologias utilizadas na gestão de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, 2017.

SOUZA, A. R. *et al.*. Análise do potencial de aproveitamento energético de biogás de aterro e simulação de emissões de gases do efeito estufa em diferentes cenários de gestão de resíduos sólidos urbanos em Varginha (MG). **Eng. Sanit. Ambient.** v.24, n.5, p.887-896, 2019. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000500887&lng=en&nrm=iso)

[41522019000500887&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000500887&lng=en&nrm=iso). Epub Nov 25, 2019. Acesso em: 02 jun. 2020. DOI:10.1590/s1413-41522019187066.

SOUSA, R. R.; PEREIRA, R. D.; CALBINO, D. Memórias do lixo: luta e resistência nas trajetórias de catadores de materiais recicláveis da ASMARE1. **READ. Rev. eletrôn. adm.**, Porto Alegre, v.25, n.3, p.223-246, 2019. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-23112019000300223&lng=en&nrm=iso)

[23112019000300223&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-23112019000300223&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 02 jun. 2020. Epub Nov 25, 2019. DOI:10.1590/1413-2311.250.92258.

VIDAL-SILVA, C.; LINEROS, M. I.; URIBE, G. E.; OLMOS, C. J. Electrónica para Todos con el Uso de Arduino: Experiencias Positivas en la Implementación de Soluciones Hardware-Software. **Inf. tecnol.** v.30, n.6, p.377-386, 2019. Disponível em: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600377&lng=es&nrm=iso)

[07642019000600377&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600377&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 21 abr. 2020. DOI:10.4067/S0718-07642019000600377.

ZANATTA, B.G.D. **Comportamento da temperatura da massa de resíduos aterrados em um terço sanitário**, 2012. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – UNESP, Rio Claro, 2012.

**8 ARTIGO – Construção e viabilidade de sondas para análise de parâmetros e controle de efluentes**

Periódico: Matéria (UFRJ)

ISSN: 1517-7076

Qualis Ciências Ambientais: B2

## Construção e viabilidade de sondas para análise de parâmetros e controle de efluentes

### Construction and feasibility of probes for parameter analysis and effluent control

Roberto Kiyoshi Ito<sup>1</sup>, Lucas Henrique Pereira Silva<sup>2</sup>,  
Danillo Roberto Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Oeste Paulista, Mestrando em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Presidente Prudente – SP. E-mail: roberto.ito@toledoprudente.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Campus Presidente Epitácio – SP, Brasil. E-mail: lucashpsilva@ifsp.edu.br

<sup>3</sup> Universidade do Oeste Paulista, Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Campus II, Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Bairro Limoeiro, 19067-175, Presidente Prudente – SP, Brasil. E-mail: danilopereira@unoeste.br

### RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar um estudo sobre a construção de uma sonda capaz de coletar dados de parâmetros físico-químicos de materiais aterrados, em situações similares às ocorridas em aterros sanitários. Os estudos empreendidos demonstram a viabilidade da sonda, tornando possível monitorar e utilizar esta ferramenta para a tomada de decisões complexas a partir de parâmetros pré-estabelecidos. Resíduos sólidos urbanos geram gases, em especial, metano e butano, contudo, as formulações que calculam seu volume são totalmente empíricas, gerando uma imprecisão que inviabiliza sua exploração econômica. Apresentamos neste artigo uma proposta para a medição de seus volumes de maneira a permitir a exploração econômica de pequenas ou grandes células de resíduos sólidos urbanos, considerando a possibilidade de utilização de unidade motogeradora móvel, acoplada a um reservatório de gases, conectados a uma sonda Arduino que detectará através de uma válvula de alívio a existência de gás. Outra vertente deste projeto apresenta a análise de temperatura dos materiais aterrados, para diagnosticar seu grau de inertização. Discutir aspectos viáveis da automação de informações em aterros sanitários, depósitos de rejeitos de mineração, barragens, represas e demais modelagens de retenção de materiais tornaram-se ações imprescindíveis diante do cenário de desastres ambientais ocorridos nos últimos anos.

**Palavras-chave:** Sonda, monitoramento, Arduino, aterro, barragem, biogás.

### ABSTRACT

This paper aims to present a study on the construction of a probe capable of collecting parametric data on physicochemical occurrences of grounded materials, in situations similar to those in landfills. The studies undertaken demonstrate the viability of the probe, making it possible to monitor and use this tool to make complex decisions based on pre-established parameters. Urban solid waste generates gases, especially methane and butane, however, the formulations that calculate their volume are empirical, generating an imprecision that makes their economic exploitation unfeasible. We present in this paper a proposal for the measurement of its volumes in order to allow the economical exploration of small or large urban solid waste cells, considering the possibility of using a mobile generator unit, coupled to a gas reservoir, connected to an Arduino probe. Which will detect through a relief valve the existence of gas. Another aspect of this project presents the temperature analysis of grounded materials to diagnose their degree of inertization. Discussing viable aspects of information automation in landfills, mining tailings dams, dams, dams and other material retention modeling have become key actions in the face of environmental disasters in recent years.

**Keywords:** Probe, monitoring, Arduino, sani landfill, dam, biogas.

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna pós revolução industrial calçou seu desenvolvimento nos processos de utilização intensiva da energia. Da energia mecânica fornecida por homens e animais, aos modelos mais modernos, estamos sempre transformando energia solar em elétrica, energia térmica em mecânica, a fim de alimentar equipamentos e sistemas para suprir nossas necessidades (NASCIMENTO *et al.*, 2019). Neste contexto a energia elétrica, devido a todas as suas características, tem se tornado a mais importante nos últimos tempos. Esta importância nos leva a uma dependência cada vez maior de fontes geradoras de energia elétrica.

Nos países de primeiro mundo a destinação mais comum para os resíduos sólidos urbanos é sua utilização como combustível em usinas de geração de energia térmica. No Terceiro mundo e países em desenvolvimento, o modelo utilizado é a deposição de resíduos sólidos em valas escavadas, deixando o processo de inertização por conta de reações físicas e microbiológicas. Por conta disto, mundialmente existe muito pouca literatura e pesquisa sobre o aproveitamento de gases gerados por aterros sanitários. No Brasil, as usinas térmicas, criadas a partir da crise que veio a ser conhecida como “apagão”, utilizam como combustíveis para geração de energia o diesel, o etanol ou ainda o gás (GLP – Gás Liquefeito de Petróleo ou GN – Gás Natural). A adoção de combustíveis na forma de gás para estas operações torna ainda mais viável a substituição de metano ou butano no lugar de outros gases combustíveis para a geração de energia, visto que, não seriam necessárias adaptações para sua utilização.

Concomitantemente a este cenário, é notável o aumento da preocupação com o meio ambiente e com as tragédias humanas, ainda mais depois de vários acidentes catastróficos com barragens, ocorridos no Brasil, em especial, os casos de Mariana e Brumadinho (FREITAS *et al.*, 2019) que nos alertam sobre o manejo de rejeitos. Muitos aterros de resíduos sólidos estão edificados de maneira irregular ou imprópria, gerando riscos à coletividade, em especial através da contaminação do solo pelo chorume e da atmosfera pela emissão de gases poluentes.

A popularização de tecnologias de baixo custo tem sido a regra para o desenvolvimento de produtos para o mercado consumidor mundial, cuja população vem crescendo, impulsionada pelo capitalismo. Para oportunizar o consumo e viabilizar produtos em larga escala tornou-se necessário uma redução contínua de custos, impactando positivamente a automação. A evolução no campo tecnológico, sobretudo no que diz respeito à automação de processos e controles, em compasso com padronização de parâmetros biológicos, em especial os adotados pelo CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) tem possibilitado a intervenção e monitoramento de uma grande variedade de indicadores físicos, fundamentais para o controle sanitário. Através de um equipamento composto por uma placa micro controladora e sensores acoplados, é possível construir uma sonda capaz de enviar informações sobre uma série de ocorrências físico-químicas, como a presença de pessoas e animais nas proximidades do ambiente de estudo; o monitoramento do gás gerado e seu volume; volumetria do chorume gerado, suas características físicas, e teores de pH; o acompanhamento de temperatura do material aterrado; deslocamento de maciços de rejeitos ou terra.

### GASES

Os principais gases gerados pela decomposição da matéria orgânica depositada em aterros sanitários são o metano (CH<sub>4</sub>), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a amônia (NH<sub>3</sub>), o hidrogênio (H<sub>2</sub>), o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), o nitrogênio (N<sub>2</sub>) e o oxigênio (O<sub>2</sub>).

Em uma análise bastante consistente e atual destas características, o artigo “Eficiencia y confiabilidad de modelos de estimación de biogás en rellenos sanitários” (ESCAMILLA-GARCÍA, 2019) tenta de maneira teórica reproduzir os melhores conhecimentos à respeito da estimativa de produção de gás em aterros sanitários. No Brasil, essas modelagens são amplamente estudadas em artigos científicos, que definem como os melhores modelos para nossa realidade o modelo de LandGEM(EPA, 2005) e o criado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), para a quantificação de biogás(PIÑAS *et al.*, 2016).

Modelo de geração LandGEM (EPA, 2005)

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 K L_0 \left( \frac{M_t}{10} \right) e^{-kt_{i,j}}$$

Onde:

$Q_{CH_4}$  = geração anual de metano no ano de cálculo (m<sup>3</sup>/ano);

i = incremento de tempo de 1 ano;

n = (ano do cálculo) – (ano inicial do cálculo);

j = incremento de tempo de 0,1 ano;

k = taxa de geração de metano;

$L_0$  = capacidade potencial de geração de metano (m<sup>3</sup>/Mg);

$M_t$  = massa de resíduos aceita do enésimo ano Mg;

$e^{-kt}$ , i, j = idade da j-ésima seção de massa de resíduo  $M_i$ , aceita no enésimo ano (anos em número decimal, p. ex. 3,2 anos).

Modelo de geração de Biogás (CETESB, 2006)

$$\sum Q_x = KL_0 \sum \left( R_x e^{-k(x-T)} \right)$$

$$\int \frac{da}{dt} = kR_x l_0$$

$$Q_x = kR_x L_0 e^{-K(x-T)}$$

Onde

$Q_x$  = vazão de metano (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ano);

k = constante de decaimento (1/ano);

$L_0$  = potencial de geração de biogás (m<sup>3</sup>/kg);

$R_x$  = fluxo de resíduos (t/ano);

x = ano atual;

T = ano de deposição do resíduo.

Em ambos os métodos, na maior parte dos casos, o maior volume de geração de metano é obtido no vigésimo ano de operação do aterro sanitário, o que por vezes inviabiliza a introdução de equipamentos de cogeração de energia nas operações.

Estes métodos, são muito importantes, contudo, não exprimem a exata quantidade de emissão de gases, pois existem fatores imponderáveis neste contexto, entre os mais importantes podemos citar:

A operação (manejo) dos materiais,

O projeto de células do aterro ou barragens,

A execução e cobertura de células e barragens,

O clima da região onde está implantada a operação,

O IDH da população que deposita seus resíduos sólidos no aterro,

As características intrínsecas e próprias da ocupação humana e atividades na localidade (turismo, indústria, comércio)

Estas características tornam os resíduos diferentes entre aterros sanitários, em localidades com o IDH mais elevado, notaremos uma maior presença de recicláveis, concomitantemente com um maior volume de resíduos gerados. Em localidades com menor IDH notaremos um volume menor de resíduos com redução do volume de recicláveis, contudo, com maior quantidade de matéria orgânica, aumentando o potencial de geração de gases.

#### TEMPERATURA

Em seus estudos, ALCANTARA (2007), enfatizou com muita propriedade as vantagens quanto à compreensão do comportamento global de um aterro, medição e controle das camadas de cobertura, sendo possível nesta modelagem, responder uma série de perguntas específicas que possibilitam avaliar o processo de degradação e geração de materiais sob condições controladas (LEVINE et. Al.; 2005).

De acordo com ZANATA (2012), o monitoramento da temperatura na massa de resíduos de aterros é

de grande interesse, pois a verificação de oscilações de temperatura (causadas pelas ações de decomposição biológica dos resíduos) pode ter um impacto significativo sobre a interação com os substratos da base de aterros, para além do já estabelecido efeito sobre a atividade biológica (BOUAZZA et al.. (2011) apud ROWE & ISLAM 2009). A temperatura na massa de resíduos em um aterro sanitário influencia diretamente o ciclo biológico de bactérias, determinando o nível de produção de gás. Em seus estudos, LEITE (1991), identificou que a temperatura máxima encontrada em materiais aterrados é alcançada normalmente dentro de 45 dias após a disposição dos resíduos, como resultado da atividade aeróbia microbiológica. O controle de temperatura segundo estudos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária:

A temperatura é o indicativo de que os microrganismos estão trabalhando no processo de fermentação dos resíduos. A temperatura deve ser monitorada, em intervalo de três dias, a partir de quinto dia da montagem da leira. Esse monitoramento pode ser feito utilizando um termômetro com escala de 0°C a 80°C ou com um pedaço de vergalhão de ferro com diâmetro aproximado de 7,0 mm, ou seja, espessura aproximada de um lápis grafite. Tanto o termômetro quanto o vergalhão devem ser introduzidos na leira à profundidade de 50 cm a 1,0 m, onde permanecem por 5 minutos. No caso do vergalhão, ao retirá-lo segurar, imediatamente, com a mão a parte mediana do mesmo. Se a temperatura for tolerável significa que o processo de compostagem está ocorrendo normalmente. Se estiver de morno a frio, há necessidade de aumentar a temperatura por meio de reviramento. A temperatura da leira nos primeiros 15 a 20 dias atinge 60 a 70°C, o que é importante e necessário para eliminar patógenos (fungos e bactérias) causadores de doenças nas plantas, sementes e, ovos e larvas de insetos. Após esse período permanece na faixa de 45°C a 55°C decrescendo à medida que o material vai sendo humificado até chegar à temperatura ambiente (EMBRAPA, 2010, p.04).

Numa análise mais aprofundada das ocorrências físico-químicas, uma série de estudos já foram realizados, a fim de indicar fases físicas das ocorrências de atividades micro bacterianas, fases estas que podem ser delimitadas pelas variações de temperatura apresentadas na amostragem de material. Os estudos de Karina Heck et al.. (2013, p. 56), indicam que a evolução do processo de compostagem é conduzida por fatores limitantes do mesmo, sendo a temperatura um dos mais importantes. A temperatura média da leira de compostagem nos estudos de Karina Heck variou entre 37,3 °C no início do processo, alcançando a temperatura de no máximo 67,6 °C durante a fase termofílica e retornando ao valor inicial de 37 °C no final do processo.

## **2. HIPÓTESE**

Se nos preocuparmos em armazenar o metano gerado, em balões, ou outros dispositivos específicos para esta finalidade (FEROLDI et al., 2018), seria possível instalar uma sonda detectora de gases numa válvula de alívio do sistema, que indicaria que o nível da reserva de gás existente viabilizaria a montagem do conjunto moto gerador móvel, que poderia ser compartilhado com outras operações de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos). Esta sonda pode estar monitorando outros parâmetros, como a temperatura do material aterrado, trazendo informações capazes de nortear a recuperação de área degradada, ou ainda; em uma correlação direta com a sonda de gases; fornecer dados capazes de indicar o término de sua geração.

## **3. PARAMETRIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

Para comprovação da hipótese, utilizamos células padronizadas de pequenas dimensões (lisímetros), que foram expostas ao intemperismo natural da Região de Presidente Prudente, o que facilitou o experimento, criando um ambiente controlado.

### **3.1 Procedimentos**

Para reproduzir um ambiente para testes, foi implantada no Campus II da Unoeste, no laboratório de campo da agronomia um sistema composto por dois reservatórios estanques de 300 litros, com fundo selado para evitar a dispersão de chorume. A Figura 1 ilustra as características desta instalação.



**Figura 1:** Experimento instalado no Campus II da Unoeste – laboratório de agronomia

A partir do ponto de tomada de entrada do reservatório foram dispostas mangueiras com furos para captação do gás gerado pela decomposição das matérias orgânicas, direcionando para fora dos reservatórios o efluente. As Figuras 2 e 3 demonstram o modo pelo qual foi instalada a drenagem de gases.



**Figura 2:** mangueira perfurada para captação de gás

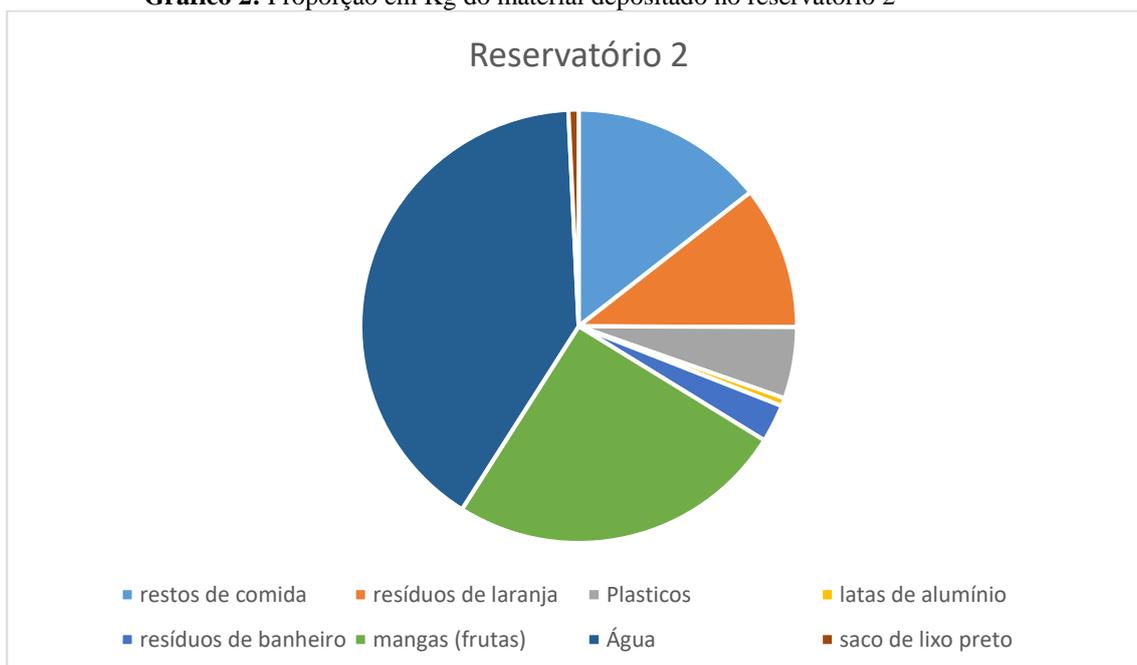


**Figura 3:** reservatório antes da recepção dos materiais

**Tabela 1:** Conteúdo em Kg do material depositado nos reservatórios

<b>Reservatório 1</b>	<b>Total</b>
Restos de comida	29,5
Cascas de legumes	16,7
Plásticos	0,9
Resíduos de banheiro	1,4
Mangas (frutas)	23
Água	40
Saco de lixo preto	0,75
Total	112,25
<b>Reservatório 2</b>	<b>Total</b>
Restos de comida	14,3
Resíduos de laranja	10,6
Plásticos	5,3
Latas de alumínio	0,6
Resíduos de banheiro	2,8
Mangas (frutas)	25
Água	40
Saco de lixo preto	0,75
Total	99,35

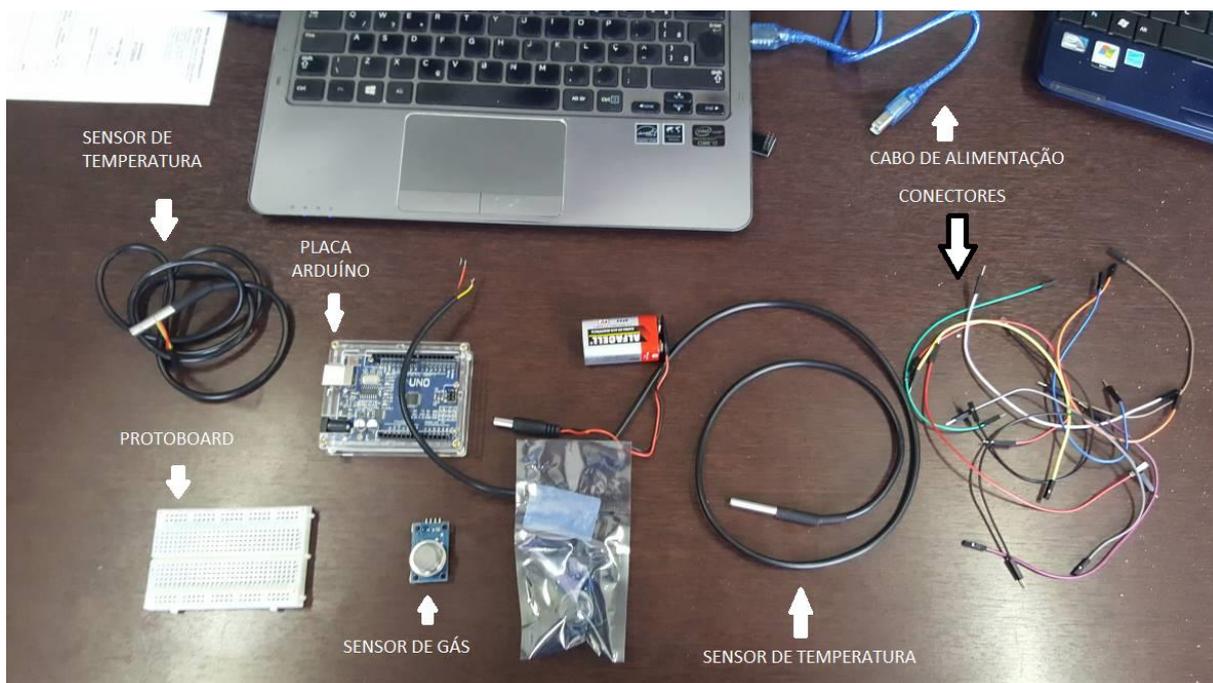
A partir do mesmo orifício de tomada de entrada foi introduzida a sonda térmica. Na extremidade da mangueira para captação de gases foi instalado o detector de gases. No primeiro reservatório foram depositados materiais predominantemente orgânicos, conforme demonstrado na Tabela 1 a seguir, enquanto no segundo, um teor maior de materiais recicláveis. A proposta visava reproduzir dois ambientes controlados, com características diferentes quanto ao teor de materiais recicláveis, que oportunizariam volumes e tempos diferentes de geração de gases, bem como, características térmicas peculiares.

**Gráfico 1:** Proporção em Kg do material depositado no reservatório 1**Gráfico 2:** Proporção em Kg do material depositado no reservatório 2

Cabe ressaltar que neste estudo, que a composição e volume das amostragens é variado, pois como mencionado anteriormente, os resíduos sólidos urbanos tem forte oscilação de conteúdo, em função de fatores econômicos, sociais e culturais.

Concomitantemente à montagem do aparato de campo para ser analisado, foram agregados à sonda Arduino<sup>3</sup>, dois sensores de gases, dois sensores térmicos, uma Protoboard, cabos para conexão e leitura diversos, e uma bateria para dar autonomia à leitura da placa, sendo utilizados dois notebooks para a coleta de dados contínua, atuando também como suporte de energia no caso de ocorrência de cortes no fornecimento de luz. A figura 4 apresenta os componentes do projeto.

<sup>3</sup> Arduino – hardware aberto, mais informações em [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)



**Figura 4:** materiais empregados na sonda

Conectados todos os componentes, foi fornecida à placa o código guia para a leitura. Os equipamentos operaram continuamente por dois dias em ambiente controlado para verificação de sua estabilidade funcional. A figura 5 ilustra este momento.



**Figura 5:** sonda em funcionamento prévio

A sonda produziu leituras térmicas em graus Célsius dos materiais aterrados, concomitantemente com a leitura de presença ou ausência de gases, fazendo uma leitura a cada hora. Após o período de testes em laboratório, os equipamentos foram transferidos para o campo, iniciando o experimento às 14:00:00 hs do dia 17/12/2018, findando às 11:00:00 hs do dia 22/03/2019. Analisando esse período, chegamos a um total de 96 dias de monitoramento, tempo suficiente para a coleta de dados capaz de fornecer subsídios para este estudo. Dentro do horizonte analisado, ocorreram dois problemas críticos: interrupções de medições devido a ausência de energia elétrica, e ruptura dos cabamentos de cobre devido à alta corrosividade do material ao qual estavam expostos. Apesar destas interrupções durante o experimento, foi possível levantar dados dentro dos períodos em que a sonda emitiu leituras.

### 3.2 Desenvolvimento

#### GASES

Os dados de leitura dos sensores foram tabulados, a fim de facilitar a análise e compreensão dos resultados, com as respostas da sonda pré-estabelecidas entre duas possibilidades para os gases: “ausente” ou “detectado”.

Devido ao grande volume de dados, foram selecionadas apenas quatorze amostras de medição, sempre às 00:00:00hs, de tal maneira a ilustrarem a presença ou ausência de gases nos lisimeros analisados. A seguir, apresentamos os dados tabulados:

**Tabela 2:** Comparativo de presença de gás

<b>Data</b>	<b>Reservatório 1</b>	<b>Reservatório 2</b>
19/12/2018	<b>A</b>	<b>A</b>
20/12/2018	<b>A</b>	<b>A</b>
14/01/2019	<b>A</b>	<b>D</b>
21/01/2019	<b>A</b>	<b>A</b>
28/01/2019	<b>A</b>	<b>A</b>
06/02/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
12/02/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
20/02/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
27/02/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
05/03/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
12/03/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
19/03/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
16/03/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
02/04/2019	<b>D</b>	<b>A</b>
<b>A = AUSENTE D = DETECTADO</b>		

#### TEMPERATURA

Da mesma maneira como houve o tratamento de dados dos gases, foram compilados os dados sobre temperatura dos sensores, construídos gráficos comparativos entre a temperatura ambiente versus a temperatura coletada pelos sensores, com a finalidade de auxiliar a investigação das relações que se pretende demonstrar com a pesquisa. A temperatura ambiente foi extraída de dados de previsões de temperatura do sistema Accuweather<sup>4</sup>.

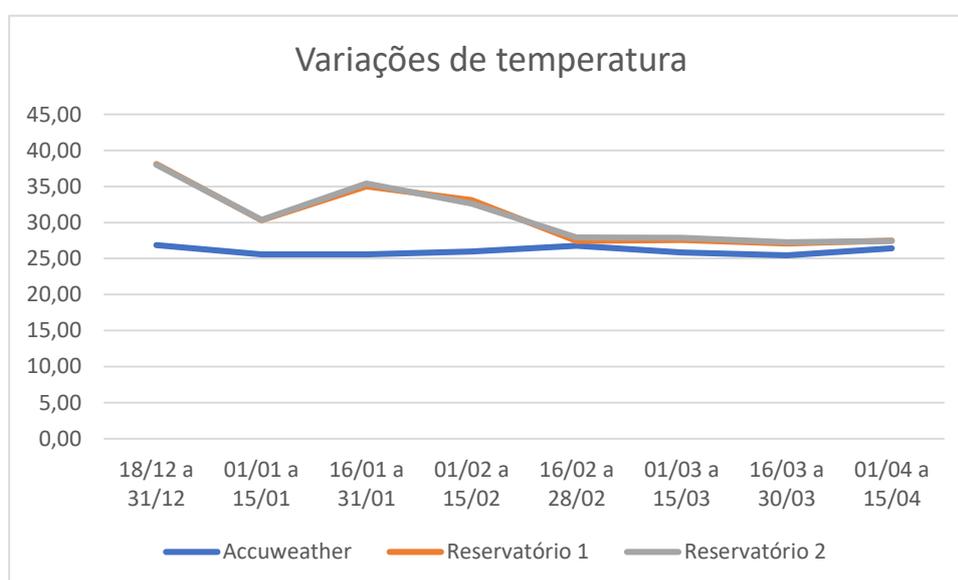
---

<sup>4</sup> Accuweather – empresa de tecnologia da informação especializada em climatologia reconhecida mundialmente. [www.accuweather.com](http://www.accuweather.com)

**Tabela 3:** Comparativo de temperaturas

Período	Accuweather	Reservatório 1	Reservatório 2
18/12 a 31/12	26,87	38,11	38,04
01/01 a 15/01	25,58	30,30	30,36
16/01 a 31/01	25,55	35,02	35,39
01/02 a 15/02	25,97	33,12	32,60
16/02 a 28/02	26,75	27,45	27,94
01/03 a 15/03	25,84	27,58	27,89
16/03 a 30/03	25,43	27,07	27,26
01/04 a 15/04	26,42	27,46	27,43

temperaturas em °C

**Gráfico 3:** Variações de temperatura medidas

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O reservatório 1 possuía uma relação aproximada de 82% de matéria orgânica, e 18% de materiais recicláveis, enquanto o reservatório 2 possuía uma maior quantidade de material possivelmente reciclável (45% recicláveis x 55% orgânicos), ocasionando diferenças na geração de gases (o reservatório com maior quantidade de matéria orgânica gerou medições de gases por mais tempo). Outra constatação importante, é que nos períodos iniciais, em ambos reservatórios, não seria viável o investimento em equipamentos de cogeração de energia, tendo em vista a baixa quantidade de gases gerados. Vários experimentos estão sendo realizados, tendo como característica a acumulação prévia de gases em reservatórios para posterior queima e cogeração de energia, mitigando o problema de baixa geração inicial de gases.

A análise de temperaturas ao longo do experimento comprovou que à medida em que a matéria orgânica sofreu decomposição, e as reações físico-químicas iniciaram-se, ocorreu o aumento de temperatura e houve geração de gases, corroborando com outros estudos empreendidos por pesquisadores, como por exemplo os de Karina Heck (HECK et al., 2013). Como esperado, em seguida, houve a redução das temperaturas, convegnido para equipararem-se com a temperatura ambiente, bem como, cessou a geração de gases.

#### 5. CONCLUSÃO

Este estudo abre portas para uma infindável gama de aplicações da sonda em funções de monitoramento remoto de operações, sendo algumas delas:

- Acompanhamento remoto e em tempo real dos volumes de gases gerados em aterros sanitários ou de materiais controlados. Com esta análise torna-se possível determinar o impacto ambiental gerado pelo material aterrado e, eventualmente, caso haja viabilidade econômico-financeira, implementar um projeto de cogeração de energia através da queima dos gases.
  - Acompanhamento remoto e em tempo real das características físico-químicas do chorume. Pode ser feito um acompanhamento das características ao longo do tempo de decomposição dos materiais aterrados, possibilitando uma série de ensaios de laboratório. O volume de chorume gerado pode ser controlado, em especial, quando há ocorrência de chuvas, que podem oferecer risco de lixiviamento do material, causando potenciais riscos ao meio ambiente.
  - Acompanhamento remoto em tempo real e medidas de mitigação de impactos da camada aterrada. Através do controle de temperatura é possível traçar controles históricos de temperatura da camada aterrada, em compasso com o meio ambiente externo, possibilitando traçar dados sobre o processo de decomposição do material.
  - Com a identificação do tempo exato de transformação do material aterrado em inerte, torna-se possível inequivocamente dar início ao projeto de recuperação de áreas degradadas utilizadas para despejo, acelerando o processo de recuperação ambiental.
- Vários estudos corroboram para o atestado neste experimento, (BOUAZZA et al., 2011) encontrou a mesma condição em seus experimentos, com aquecimento das células de resíduos nos primeiros períodos e posterior resfriamento, deixando evidente também que a temperatura do material afeta diretamente o volume e existência de biogás em materiais aterrados. Estudos mais recentes convergem sobre a inexistência de metodologias para tratamento de resíduos sólidos, como citados nos trabalhos de Silva (2017), exatamente pela ausência de ferramental próprio para a análise das características dos materiais depositados, em especial pela ausência de tecnologia para sua análise.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Estudos Sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**. São Paulo. Fundação Getúlio Vargas. 2017, 56p. Disponível em: <<https://drive.google.com/open?id=0B1Z1mX5Lixgdak1iOWI4cjFRWVBD0GY2RVhwWUV1Sy0tR2Fz>>. Acesso em: 06 de jun. de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **Aterros de Resíduos não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação** NBR 13896. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares Parte 2: Desenvolvimento** NBR. 15495. Rio de Janeiro, 2007/2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. NBR 15849. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS.. **Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio**. NBR 6484:. Rio de Janeiro, 2001.
- ALCÂNTARA, P. B. **Avaliação da influência da composição de resíduos sólidos urbanos no comportamento de aterros simulados**. 2007. 366p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.
- BOUAZZA, A. ; NAHLAWI, H. ; AYLWARD, M. In Situ **Temperature Monitoring in an Organic-Waste Landfill Cell**. Journal of Environmental Engineering © ASCE, EUA, 1286-1289, dez. 2011.
- BRASIL. Congresso Nacional. Política Nacional De Resíduos Sólidos. Lei nº Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 agosto.. 2010 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em 28 de mai. de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 396**, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>> Acesso em 28 de maio de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 404**, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=592>> Acesso em 28 de maio de 2018.

BUENO, Diana C.F.; LEAL, Antonio C. **Geração E Destinação Dos Resíduos Sólidos Domiciliares No Pontal Do Paranapanema / São Paulo - Brasil**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S.l.], v. 8, n. 12, nov. 2012. ISSN 1980-0827. Disponível em: <[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/362/370](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/362/370)>. Acesso em: 02 nov. de 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2016** [recurso eletrônico] / CETESB; coordenação e reação Maria Heloisa P. L. Assumpção; equipe técnica Marilda de Souza Soares... [et al.]; colaborar Fernando Antônio Wolmer. – São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <[https://unitoledo-my.sharepoint.com/personal/roberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Froberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br%2FDocuments%2FAttachments%2Finventario-residuos-solidos-2016%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Froberto\\_ito\\_toledoprudente\\_edu\\_br%2FDocuments%2FAttachments&slid=53e56c9e-0093-6000-f1fa-e17d0bbd9604](https://unitoledo-my.sharepoint.com/personal/roberto_ito_toledoprudente_edu_br/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Froberto_ito_toledoprudente_edu_br%2FDocuments%2FAttachments%2Finventario-residuos-solidos-2016%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Froberto_ito_toledoprudente_edu_br%2FDocuments%2FAttachments&slid=53e56c9e-0093-6000-f1fa-e17d0bbd9604)>. Acesso em: 01 de jun. de 2018.

EMBRAPA; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2010/ct\\_59.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf)>. Acesso em 28 de maio. de 2018.

ESCAMILLA-GARCÍA, P. E. Eficiencia y confiabilidad de modelos de estimación de biogás en rellenos sanitarios. **La Granja**, v. 29, n. 1, p. 27–39, 28 fev. 2019.

FEROLDI, M. *et al.*. Storage of purified biogas (biomethane) at low pressure. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 61, 2018.

FREITAS, C. M. DE *et al.*. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, 2019.

HECK, K. *et al.*. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 54–59, jan. 2013.

LEITE, W.C.A. **O estudo do comportamento da temperatura, pH e teor de umidade na decomposição anaeróbia de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários**. (Dissertação de Mestrado), São Carlos – SP, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP, 1991.

LEVINE, A.D.; HARWOOD, V.J.; CARDOSO, A.J.; RHEA, L.R.; KAYAK, B.S.; DODGE, B.M.; DECHER, M.L.; DZAMA, G.; JONES, L.; HALLER, E. **Assessment of biogeochemical deposits in landfill leachate drainage systems**. Florida: University of South Florida, 2005.

NASCIMENTO, M. C. B. *et al.*. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 143–155, 1 abr. 2019.

PIÑAS, J. A. V. *et al.*. Aterros sanitários para geração de energia elétrica a partir da produção de biogás no Brasil: comparação dos modelos LandGEM (EPA) e Biogás (Cetesb). **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 33, n. 1, p. 175–188, 10 maio 2016.

SILVA, RICARDO FERREIRA DA. **A análise multicritério de tecnologias utilizadas na gestão de resíduos sólidos urbanos.** Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2017.

ZANATTA, B.G.D. **Comportamento da temperatura da massa de resíduos aterrados em um terro sanitário,** 2012. Trabalho de graduação em Engenharia Ambiental) – UNESP Rio Claro, 2012.

## ANEXO

ANEXO A – PEDIDO NACIONAL DE INVENÇÃO, MODELO DE UTILIDADE,  
CERTIFICADO DE ADIÇÃO DE INVENÇÃO E ENTRADA NA  
FASE NACIONAL DO PCT

09/09/2019 870190088622  
10:38  
  
29409161909347336

**Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de  
Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT**

Número do Processo: BR 10 2019 018637 2

**Dados do Depositante (71)**

---

Depositante 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** ASSOCIACAO PRUDENTINA DE EDUCACAO E CULTURA APEC

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 44860740000173

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa

**Endereço:** Rua Jose Bongiovani, 700, Cidade Universitária

**Cidade:** Presidente Prudente

**Estado:** SP

**CEP:** 19050-680

**País:** Brasil

**Telefone:** (18) 3229-2079

**Fax:**

**Email:** eapi@unoeste.br

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 09/09/2019 às  
10:38, Petição 870190088622

**Dados do Pedido**

---

**Natureza Patente:** 10 - Patente de Invenção (PI)**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** Sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes**Resumo:** Construção de uma sonda capaz de coletar dados de parâmetros físico-químicas de materiais aterrados, em situações similares às ocorridas em aterros sanitários. Os estudos empreendidos demonstram a viabilidade da sonda, tornando possível monitorar e utilizar esta ferramenta para a tomada de decisões complexas a partir de parâmetros pré-estabelecidos. Resíduos sólidos urbanos geram gases, em especial, metano e butano, contudo, as formulações que calculam seu volume são totalmente empíricas, gerando uma imprecisão que inviabiliza sua exploração econômica. Apresentamos uma proposta para a medição de seus volumes de maneira a permitir a exploração econômica de pequenas ou grandes células de resíduos sólidos urbanos, considerando a possibilidade de utilização de unidade motogeradora móvel, acoplada a um reservatório de gases, conectados a uma sonda Arduino que detectará através de uma válvula de alívio a existência de gás. Outra vertente apresenta a análise de temperatura dos materiais aterrados, para diagnosticar seu grau de inertização. Discutir aspectos viáveis da automação de informações em aterros sanitários, depósitos de rejeitos de mineração, barragens, represas e demais modelagens de retenção de materiais tornaram-se ações imprescindíveis diante do cenário de desastres ambientais ocorridos nos últimos anos.

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 09/09/2019 às 10:38, Petição 870190088622

**Dados do Inventor (72)**

---

**Inventor 1 de 2****Nome:** ROBERTO KIYOSHI ITO**CPF:** 09284993830**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Engenheiro, arquiteto e afins**Endereço:** Rua Manoel Lopes 1204**Cidade:** Lucélia**Estado:** SP**CEP:** 17780-000**País:** BRASIL**Telefone:** (18) 997 329260**Fax:****Email:** engenharia@projectaassessoria.com.br**Inventor 2 de 2****Nome:** DANILLO ROBERTO PEREIRA**CPF:** 32617204847**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Física:** Professor do ensino superior**Endereço:** Rua Elias Salomão 80**Cidade:** Presidente Prudente**Estado:** SP**CEP:** 19065-250**País:** BRASIL**Telefone:** (18) 997 032445**Fax:****Email:** danilopereira@unoeste.br

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 09/09/2019 às 10:38, Petição 870190088622

**Documentos anexados**

---

<b>Tipo Anexo</b>	<b>Nome</b>
Comprovante de pagamento de GRU 200	GRU paga.pdf
Procuração	Procuração.pdf
Reivindicação	Reivindicação - Sonda.pdf
Relatório Descritivo	Relatório Descritivo - Sonda.pdf
Resumo	Resumo - Sonda.pdf
Formulário de depósito	Formulário de depósito.pdf

**Acesso ao Patrimônio Genético**

---

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

**Declaração de veracidade**

---

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 09/09/2019 às 10:38, Petição 870190088622


**PAGAMENTO A FORNECEDORES**  
 Comprovante de Emissão de Títulos

**Emissão 2ª Via**

No. compromisso banco	No. compromisso cliente	Data do Crédito	Valor
903345570		05/09/2019	70,00
<b>Convênio</b>		<b>Data da Solicitação</b>	<b>Agência/Conta Corrente</b>
0033-4299-004900010058		05/09/2019	4299 / 13 000245-3
<b>Nome/Razão Social do Beneficiário Original</b>			<b>CPF/CNPJ do Beneficiário Original</b>
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL			42.521.088/0001-37
<b>Nome/Razão Social do Pagador Original</b>			<b>CPF/CNPJ do Pagador Original</b>
ASSOCIACAO PRUDENTINA DE EDUCACAO E CULT			44.860.740/0001-73
<b>Nome/Razão Social do Pagador Efetivo</b>			<b>CPF/CNPJ do Pagador Efetivo</b>
ASSOCIACAO PRUDENTINA DE EDUCA			44.860.740/0001-73
<b>Instituição Financeira Favorecida</b>			
001 - BANCO DO BRASIL S.A.			
<b>Código de Barras</b>			
00190.00009 02940.916196 09347.336175 8 80260000007000			
<b>Valor Nominal</b>	<b>Desc. / Abat.</b>	<b>Juros</b>	<b>Valor a Pagar</b>
70,00	0,00	0,00	70,00
<b>Tipo de Serviço</b>			
Pagamento Fornecedor			
<b>Complemento do Tipo de Serviço</b>			
<b>Autenticação Bancária</b>			
5AD723347D19A7033A4C4C4			

### PROCURAÇÃO PARA REGISTRO DE MARCAS E PATENTES

**OUTORGANTE:** Roberto Kiyoshi Ito, Brasileiro, União Estável, Engenheiro Civil, Carteira de Identidade nº 17.745.500-7, C.P.F. nº 092.849.938-30, residente e domiciliado na Rua Manoel Lopes, nº 1204, bairro Centro, CEP 17.780-000, Cidade Lucélia, no Estado de SP.

**OUTORGANTE:** Danillo Roberto Pereira, Brasileiro, Solteiro, Professor Universitário, Carteira de Identidade nº 32.598.666-6, C.P.F. nº 326.172.048-47, residente e domiciliado na Rua Elias Salomão, nº 80, bairro Jardim Everest, CEP 19065-250, Cidade Presidente Prudente, no Estado de SP.

**OUTORGADO:** ASSOCIAÇÃO PRUDENTINA DE EDUCAÇÃO E CULTURA APEC, cadastrada sob o CNPJ n. 44.860.740/0001-73, situada Rua José Bongiovani, 700, bairro Cidade Universitária, CEP 19.050-680, Cidade de Presidente Prudente, no Estado SP, representada pelo senhor Jair Rodrigues Garcia Júnior, Brasileiro, casado, professor universitário, Carteira de Identidade nº 19.814.316-3, C.P.F. nº 138.817.598-32, residente e domiciliado na Avenida Maria José Inojosa Galindo, nº 329, bairro Residencial Beatriz, CEP 19053-792, Cidade de Presidente Prudente, no Estado SP.

Através do presente instrumento particular de mandato, o OUTORGANTE nomeia e constitui o OUTORGADO como seu procurador para representá-lo perante o Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, Escola de Belas Artes e Biblioteca Nacional, bem como perante todas as Juntas Comerciais dos Estados da União Federal, com o fim de requerer e processar pedidos de registros de marcas, pedidos de extensão de proteção ao nome comercial, de registro de direitos autorais, modelos de utilidade, desenhos industriais e outros relativos à Propriedade Industrial, como anotações, firmas e denominações sociais, licença de uso e exploração de marcas e patentes, podendo o OUTORGADO apresentar e retirar documentos, satisfazer exigências, ceder ou transferir, pagar taxas e emolumentos, apresentar oposições e recursos, replicar aos interpostos por terceiros e praticar, enfim, todos os atos previstos em lei, inclusive desistência, renúncias, substabelecimentos e notificações extrajudiciais, agindo em conjunto ou separadamente.

Presidente Prudente, 30 de agosto de 2019.

3º TABELIAO DE NOTAS

Roberto Kiyoshi Ito

3º TABELIAO DE NOTAS

Danillo Roberto Pereira



1/1

**REIVINDICAÇÃO**

1. Sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes, caracterizada por uma sonda utilizando placa Arduíno e sensor acoplado de detecção de gases A178 – MQ-2, sensor de detecção de calor digital DS18B20, sensor de movimentação Arduíno GPS.

### **Sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes**

[001] A sonda tem por finalidade detectar parâmetros de umidade, temperatura, presença de gases, movimentação (deslocamento) de pessoas e da sonda, nos campos de aplicação pretendidos, utilizando uma placa arduíno Uno, conectada a sensores de temperatura, gases e movimento. A evolução do campo tecnológico, sobretudo no que diz respeito à automação, tem possibilitado a intervenção e monitoramento de uma grande variedade de indicadores físicos, fundamentais para o controle e tomada de decisões e automação de processos.

[002] O campo de aplicação pretendido para a sonda será: controle de acessos, presença de animais (possível output de conexão com sistema de geração de sinal sonoro audível ou não para afugentar animais e alertar pessoas), geração de gases e chorume, controle de temperatura em aterros sanitários de resíduos domiciliares, identificação de áreas inertes para processos de recuperação de áreas degradadas; Controle de acessos, presença de animais, geração de gases e chorume, controle de temperatura e movimento de maciços em barragens de rejeitos (possível output de conexão com sistema de geração de sinal sonoro audível para alerta de acidente em curso – aviso de emergência); Controle de acessos, presença de animais, geração de gases e chorume, controle de temperatura e movimento em represamento de água ou minérios (possível output de conexão com sistema de geração de sinal sonoro audível para alerta de acidente em curso – aviso de emergência); Controle de geração de gases e de temperatura em sistemas de cogeração de energia a partir de biometano e butano; Controle de emissão e descarga de efluentes em corpos d'água; Pesquisas de campo para Universidades e órgãos públicos.

2/8

[003] A patente pretendida preenche uma lacuna muito importante no controle ambiental, por apresentar baixo custo por unidade, possibilitando a implantação de mais de uma sonda por local experimental, gerando contraprovas de veracidade e creditação da database de informações geradas. As informações são alcançadas através da programação da placa arduíno utilizando a linguagem C, ferramenta de software gratuito para programação de equipamentos. As placas Arduino possuem saídas analógicas e digitais, utilizadas em conformidade com a pretensão de análise desejada. Esta programação é feita através de um terminal de computador da plataforma "PC" ou "Mac". O programa fonte, gerado pelo computador é carregado na placa, que utilizará o "clock" de pulso para sequenciar as atividades pretendidas em um horizonte temporal definido, mandando sinais para os reles sensores que iniciarão sua coleta de dados, ou para os chaveamentos de comando.

#### **Materiais empregados**

[004] 01 (uma) Placa Arduino Uno Atmel baseada no chip ATmega328. Esta placa possui: 14 pinos digitais configuráveis como entrada ou saída, sendo 6 destes pinos podendo ser utilizados como saídas PWM (*Pulse-Width Modulation*); 6 como saídas ou entradas analógicas; 01 oscilador de cristal de 16 MHz; uma saída para conexão USB; um conector ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) de 06 pinos; um botão de *reset* e um LED configurável.

[005] 01 (hum) Computador portátil (*notebook*) para criação do programa fonte, carga na placa, leitura e acompanhamento dos dados, configurações mínimas: processador i3, sistema operacional Windows 10, uma saída USB.

3/8

[006] 02 (dois) sensores de detecção de gases A178 - Sensor de Gás MQ-2 Arduino – Fabricante MJ. DESCRIÇÃO: O sensor MQ-2 é construído com um material (óxido de estanho - SnO<sub>2</sub>) de baixa condutividade quando exposto ao ar "limpo". Quando o ambiente aumentar a concentração de algum gás combustível, a condutividade do sensor aumenta variando a tensão de saída do pino analógico. Ao conectar a alimentação do módulo, deve-se esperar cerca de 30 segundos até ocorrer a estabilização do sensor. O sensor aquecerá, mas é um comportamento normal de seu circuito interno. Características:

- VCC: 5VDC
- Consumo: 150mA
- Tempo de estabilização: 30s
- Indicador detecção: LED verde
- Indicação alimentação: LED vermelho
- Ajuste sensibilidade: Trimpot
- Dimensões 32x20x22 mm
- Peso: 80 gramas

4/8

[007] 02 (dois) sensores de detecção de calor (termômetro) digital DS18B20, fabricante: Dallas Temperature, fornece medições de temperatura de 9 a 12 bits de resolução (configurável). A informação é enviada ou recebida ao longo de uma interface de um-fio, de modo que apenas um fio (e o gnd) precisa ser ligado a partir de um microprocessador central para um DS18B20. O sensor deriva a alimentação direto da linha de dados, sem necessidade de uma fonte externa de energia (“parasite power”). Pelo fato de cada DS18B20 conter um número de série único, vários DS18B20s podem existir no mesmo barramento 1-Wire. Isto permite a colocação de vários sensores de temperatura em locais diferentes. Especificações:

- Utilizável com 3.0V a 5.5V alimentação/dados
- Precisão de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  na faixa de  $-10$  a  $+85^{\circ}\text{C}$
- Usa interface 1-Wire que requer apenas um pino digital para comunicação
- ID único de 64-bit gravado em cada sensor
- Sistema de alarme programável para uma temperatura limite
- Tempo de consulta inferior a 750ms
- Três fios de interface: Tipo A: Fio vermelho - VCC, Fio preto - GND, Fio amarelo - DATA e Tipo B: Fio vermelho – VCC, Fio amarelo – GND, Fio verde - DATA
- Extremidade de contato do sensor em tubo de aço inoxidável de 6mm x35mm
- Dimensões: diâmetro do cabo: 4mm, Comprimento: 90 cm
- Peso: 70 gramas

5/8

[008] 01 (hum) Invólucro de acrílico para abrigar a placa Arduino, a protoboard e os cabeamentos.

[009] 01 (uma) Fonte de energia para alimentação do circuito quando não estiver conectado à bateria. Características: 10 wats, 2 amperes, com cabo USB A Macho x B Macho (cabo para impressora comum).

### Programação

[010] Lançando mão da Linguagem Tipo "C", para estes sensores e placa, foi utilizada a seguinte programação fonte:

```
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#define MQ_analog A2
#define MQ_dig 7
#define MQ_analog2 A3
#define MQ_dig2 8
int valor_analog;
int valor_dig;
int valor_analog2;
int valor_dig2;
OneWire pino(3);
OneWire pino2(4);
DallasTemperature barramento(&pino);
DallasTemperature barramento2(&pino2);
DeviceAddress sensor1;
DeviceAddress sensor2;
void setup(void)
```

6/8

```
{  
  Serial.begin(9600);  
  barramento.begin();  
  barramento2.begin();  
  barramento.getAddress(sensor1, 0);  
  barramento2.getAddress(sensor2, 1);  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(MQ_analog, INPUT);  
  pinMode(MQ_dig, INPUT);  
  pinMode(MQ_analog2, INPUT);  
  pinMode(MQ_dig2, INPUT);  
}  
  
void loop()
```

7/8

```
{  
  barramento.requestTemperatures();  
  float temperatura1 = barramento.getTempC(sensor1);  
  Serial.print("A temperatura em °C no sensor 1 é: ");  
  Serial.println(temperatura1);  
  
  barramento2.requestTemperatures();  
  float temperatura2 = barramento2.getTempC(sensor2);  
  Serial.print("A temperatura em °C no sensor 2 é: ");  
  Serial.println(temperatura2);  
  
  valor_analog = analogRead(MQ_analog);  
  valor_dig = digitalRead(MQ_dig);  
  
  Serial.print(valor_analog);  
  Serial.print(" Sensor 1 ");  
  if(valor_dig == 0)  
    Serial.println("GAS DETECTADO !!!");  
  else  
    Serial.println("GAS AUSENTE !!!");
```

8/8

```
valor_analog2 = analogRead(MQ_analog2);  
valor_dig2 = digitalRead(MQ_dig2);
```

```
Serial.print(valor_analog2);  
Serial.print(" Sensor 2 ");  
if(valor_dig2 == 0)  
Serial.println("GAS DETECTADO !!!");  
else  
Serial.println("GAS AUSENTE !!!");  
delay(3600000);  
  
}
```

1/1

**RESUMO****Sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes**

Construção de uma sonda capaz de coletar dados de parâmetros físico-químicas de materiais aterrados, em situações similares às ocorridas em aterros sanitários. Os estudos empreendidos demonstram a viabilidade da sonda, tornando possível monitorar e utilizar esta ferramenta para a tomada de decisões complexas a partir de parâmetros pré-estabelecidos. Resíduos sólidos urbanos geram gases, em especial, metano e butano, contudo, as formulações que calculam seu volume são totalmente empíricas, gerando uma imprecisão que inviabiliza sua exploração econômica. Apresentamos uma proposta para a medição de seus volumes de maneira a permitir a exploração econômica de pequenas ou grandes células de resíduos sólidos urbanos, considerando a possibilidade de utilização de unidade motogeradora móvel, acoplada a um reservatório de gases, conectados a uma sonda Arduino que detectará através de uma válvula de alívio a existência de gás. Outra vertente apresenta a análise de temperatura dos materiais aterrados, para diagnosticar seu grau de inertização. Discutir aspectos viáveis da automação de informações em aterros sanitários, depósitos de rejeitos de mineração, barragens, represas e demais modelagens de retenção de materiais tornaram-se ações imprescindíveis diante do cenário de desastres ambientais ocorridos nos últimos anos.

&lt; Uso exclusivo do INPI &gt;

Espaço reservado para o protocolo

Espaço reservado para a etiqueta

Espaço reservado para o código QR


**INPI** INSTITUTO  
NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL

**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**  
**Sistema de Gestão da Qualidade**  
**Diretoria de Patentes**

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento:	<b>DIRPA</b>	Página:
	<b>Formulário</b>		<b>1/3</b>
Título do Documento:		Código:	Versão:
<b>Depósito de Pedido de Patente</b>		<b>FQ001</b>	<b>2</b>
		Procedimento: <b>DIRPA-PQ006</b>	

**Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:**

O requerente solicita a concessão de um privilégio na natureza e nas condições abaixo indicadas:

**1. Depositante (71):**

- 1.1 Nome: Jair Rodrigues Garcia Júnior  
 1.2 Qualificação: Outorgado  
 1.3 CNPJ/CPF: 138.817.598-32  
 1.4 Endereço Completo: Av. Maria José Inojosa Galindo, 329, Resid. Beatriz  
 1.5 CEP: 19053-792  
 1.6 Telefone: (18) 3229-2079                      1.7 Fax:  
 1.8 E-mail: eapi@unoeste.br

 continua em folha anexa

- 2. Natureza:**     Invenção                       Modelo de Utilidade                       Certificado de Adição

**3. Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):**

Sonda para análise de parâmetros e controle de efluentes

 continua em folha anexa

- 4. Pedido de Divisão: do pedido N°**                      **Data de Depósito:**

- 5. Prioridade:**                       Interna (66)                       Unionista (30)

O depositante reivindica a(s) seguinte(s):

Pais ou Organização do depósito	Número do depósito (se disponível)	Data de depósito

 continua em folha anexa



**INPI** INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
Sistema de Gestão da Qualidade  
Diretoria de Patentes

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento:	DIRPA	Página:
		Formulário	2/3
Título do Documento:		Código:	Versão:
<b>Depósito de Pedido de Patente</b>		FQ001	2
		Procedimento:	
		DIRPA-PQ006	

**6. Inventor (72):**

Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seus nome(s), neste caso não preencher os campos abaixo.

6.1 Nome: Roberto Kiyoshi Ito  
6.2 Qualificação: Engenheiro Civil  
6.3 CPF: 092.849.938-30  
6.4 Endereço Completo: Rua Manoel Lopes, 1204, Bairro Centro  
6.5 CEP: 17780-000  
6.6 Telefone: (18) 997329260                      6.7 FAX:  
6.8 E-mail: engenharia@projectaassessoria.com.br

continua em folha anexa

**7. Declaração de divulgação anterior não prejudicial.**

Artigo 12 da LPI – período de graça.  
Informe no item 11.13 os documentos anexados, se houver.

**8. Declaração na forma do item 3.2 da Instrução Normativa PR nº 17/2013:**

Declaro que os dados fornecidos no presente formulário são idênticos ao da certidão de depósito ou documento equivalente do pedido cuja prioridade está sendo reivindicada.

**9. Procurador (74):**

9.1 Nome: Jair Rodrigues Garcia Júnior  
9.2 CNPJ/CPF: 138.817.598-32                      9.3 API/OAB:  
9.4 Endereço Completo: Av. Maria José Inojosa, 329, Resid. Beatriz  
9.5 CEP: 19053-792  
9.6 Telefone: (18) 3229-2079                      9.7 FAX:  
9.8 E-mail: eapi@unoeste.br

continua em folha anexa

**10. Listagem de sequências biológicas.**

Informe nos itens 11.9 ao 11.12 os documentos anexados, se houver.

2/00  
d



**INPI** INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
Sistema de Gestão da Qualidade  
Diretoria de Patentes

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento:	Formulário	DIRPA	Página:	3/3
	Título do Documento:	<b>Depósito de Pedido de Patente</b>		Código:	FQ001
				Versão:	2
				Procedimento:	DIRPA-PQ006

**11. Documentos Anexados:**

(Assinale e indique também o número de folhas);

(Deverá ser indicado o número total de somente uma das vias de cada documento).

	Documentos Anexados		folhas
<input checked="" type="checkbox"/>	11.1	Guia de Recolhimento da União (GRU).	1
<input checked="" type="checkbox"/>	11.2	Procuração.	1
<input type="checkbox"/>	11.3	Documentos de Prioridade.	
<input type="checkbox"/>	11.4	Documento de contrato de trabalho.	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.5	Relatório descritivo.	8
<input checked="" type="checkbox"/>	11.6	Reivindicações.	1
<input type="checkbox"/>	11.7	Desenho(s) (se houver). Sugestão de figura a ser publicada com o resumo: n°, _____ por melhor representar a invenção (sujeito à avaliação do INPI).	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.8	Resumo.	1
<input type="checkbox"/>	11.9	Listagem de seqüências em arquivo eletrônico: _____ n° de CDs ou DVDs (original e cópia).	
<input type="checkbox"/>	11.10	Código de controle alfanumérico no formato de código de barras referente às listagem de seqüências.	
<input type="checkbox"/>	11.11	Listagem de seqüências em formato impresso.	
<input type="checkbox"/>	11.12	Declaração relativa à Listagem de seqüências.	
<input checked="" type="checkbox"/>	11.13	Outros (especificar) Inventor	1

**12. Total de folhas anexadas:** 13 fls.

**13. Declaro, sob as penas da Lei que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.**

Presidente Prudente/SP, 2/9/2019

Local e Data

*Dr. João R. Azevedo*  
Assinatura e Carimbo

ANEXO


**INPI** INSTITUTO  
NACIONAL  
DA PROPRIEDADE  
INDUSTRIAL

**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**  
**Sistema de Gestão da Qualidade**  
**Diretoria de Patentes**

<b>DIRPA</b>	Tipo de Documento:	Formulário	DIRPA
	Título do Documento:	<b>Depósito de Pedido de Patente</b>	Código: <b>FQ001</b> Versão: <b>2</b>
			Procedimento: <b>DIRPA-PQ006</b>

**6. Inventor (72):**

Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seus nome(s), neste caso não preencher os campos abaixo.

- 6.1 Nome: Danilo Roberto Pereira
- 6.2 Qualificação: Professor Universitário
- 6.3 CPF: 326.172.048-47
- 6.4 Endereço: Rua Elias Salomão, 80, Jardim Everest
- 6.5 CEP: 19065-250
- 6.6 Telefone: (18) 99703-2445      6.7 FAX:
- 6.8 E-mail: danilopereira@unoeste.br

Pen

*[Handwritten signature]*