



Tiago José Unser

**PROJETO PARA AUTOMATIZAR A COLETA DE DADOS E GERAÇÃO DE
INFORMAÇÕES APLICADO PARA BIODIGESTOR**

Horizontina - RS
2020

Tiago José Unser

**PROJETO PARA AUTOMATIZAR A COLETA DE DADOS E GERAÇÃO DE
INFORMAÇÕES APLICADO PARA BIODIGESTOR**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de controle e automação na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Professor Alexandre Kunkel da Costa Me.

Horizontina - RS

2020

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“PROJETO PARA AUTOMATIZAR A COLETA DE DADOS E GERAÇÃO DE
INFORMAÇÕES APLICADO PARA BIODIGESTOR”

Elaborado por:
Tiago José Unser

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Controle e Automação

Aprovado em: 11/12/2020
Pela Comissão Examinadora

Me. Alexandre Kunkel da Costa
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Me. Adalberto Lovato
FAHOR - Faculdade Horizontalina

Me. Paulo Marcos Flores
FAHOR - Faculdade Horizontalina

Horizontalina - RS
Ano 2020

Esta conquista é dedicada primeiramente a Deus, por possibilitar a realização de mais um sonho, à minha família, por acreditarem em meu potencial e me apoiar nesta caminhada, em especial agradeço a minha esposa Patrícia Ferreira Unser, e a minha filha Lorena Ferreira Unser, pelo apoio incondicional, compreensão pelas noites fora de casa devido as aulas, fins de semana dedicados a estudos e trabalhos e o pouco tempo dedicado a família. Bem como aos amigos pela compreensão de nossa ausência em muitas ocasiões.

Agradeço aos professores e colegas da instituição por dividirem comigo seus conhecimentos e experiências, em especial aos professores que tiveram participação neste trabalho, os Srs:

Adalberto Lovato, Alexandre K. da Costa,
Paulo M. Flores e Ruben E. P. Romero.

Ao Sr. Tainã Bloss Lanius, da Bloss Engenharia,
pelo apoio através da doação de alguns itens
utilizados no projeto, e o suporte na retirada de
dúvidas durante a execução do mesmo.

À FAHOR por disponibilizar os espaços tornando
a graduação uma experiência única durante a
construção do meu aprendizado.

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

(Albert Einstein)

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é realizar o monitoramento da temperatura do biodigestor e do ambiente em que o mesmo se encontra, de forma autônoma durante seu funcionamento no processo da digestão anaeróbica na geração de biogás. Para tanto serão utilizados um controlador lógico programável CLP, sensores, e um supervisor. Assim este sistema ficará fazendo leituras em tempo real, e informando através de luzes indicativas se o sistema está na temperatura adequada. O trabalho se justifica devido a crescente necessidade em buscar alternativas na geração de energia, que sejam sustentáveis, onde neste caso para a geração de energia limpa, podem ser utilizados dejetos, e resíduos orgânicos, principais causadores do efeito estufa. As literaturas estudadas mostram que um dos principais fatores de desempenho na geração do biogás nos biodigestores é a temperatura, então monitorar e controlar este parâmetro pode melhorar a eficiência do biodigestor. Com isso o foco deste trabalho é monitorar a temperatura e sinalizar possíveis alterações através de sinal luminoso.

Palavras-chave: Monitorar. Biodigestor. Digestão anaeróbica.

ABSTRACT

The objective of this work is to monitor the temperature of the biodigester and the environment where it is located, autonomously during its operation in the process of anaerobic digestion in biogas generation. For this purpose, a programmable logic controller PLC, sensors, and a supervisor will be used. Thus, this system will be making readings in real-time and informing through indicative lights if the system is at the appropriate temperature. The work is justified due to the growing need to seek alternatives in the generation of energy, which are sustainable, where in this case for the generation of clean energy, waste, and organic waste, the main causes of the greenhouse effect, can be used. The literature studied shows that one of the main performance factors in the generation of biogas in biodigesters is temperature, so monitoring and controlling this parameter can improve the efficiency of the biodigester. Therefore, the focus of this work is to monitor the temperature and signal possible changes through a light signal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição do biogás.....	17
Figura 2 - Modelo simplificado de DA.....	18
Figura 3 - Saída contínua.....	22
Figura 4 - Saída on / off.....	23
Figura 5 - Diagrama do equipamento.....	28
Figura 6 - Fluxograma da programação.....	31
Figure 7 - Esquema de montagem e conexões.....	32
Figura 8 - Conjunto biodigestor FAHOR.....	34
Figura 9 – CLP e Sensor de temperatura FULL GAUGE.....	35
Figura 10 – Circuito elétrico.....	36
Figura 11 - Criação do diagrama LADDER.....	37
Figura 12 - Interface supervisório.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CLP – Controlador Lógico Programável

DA – Digestão Anaeróbica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	TEMA	13
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.4	HIPÓTESES	14
1.5	JUSTIFICATIVA	15
1.6	OBJETIVOS	15
1.6.1	Objetivo Geral	15
1.6.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	FORMAÇÃO DO BIOGAS	17
2.1.1	Hidrólise	18
2.1.2	Fermentação	18
2.1.3	Oxidação anaeróbica	19
2.2	PARÂMETROS COLETADOS	19
2.2.1	Temperatura	19
2.2.2	Alcalinidade e pH	19
2.2.3	Substratos	20
2.2.3.1	Composição	20
2.2.4	Monitoramento	20
2.2.4.1	Sensores	21
2.2.4.1.1	Sensores analógicos	22
2.2.4.1.2	Sensores digitais	23
2.2.4.2	Controle	23
2.2.4.3	Programação	24
2.3	IMPACTO AMBIENTAL	24
2.4	IMPACTO ECONÔMICO	25
2.5	BIOFERTILIZANTE	26
3	METODOLOGIA	26
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	28
3.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	33
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	34

4.1	CARACTERIZAÇÃO DO BIODIGESTOR UTILIZADO.....	34
4.2	MECANISMO DESENVOLVIDO.....	35
4.3	CIRCUITO ELÉTRICO.....	36
4.4	DESENVOLVIMENTO DA PROGRAMAÇÃO.....	37
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	38
	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE.....	42

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a expansão do consumo de produtos com base em proteína animal, surgem efeitos indesejados resultantes de cada etapa que envolvem esses processos, tais como a emissão de metano para a atmosfera. Conforme estimativa da Comissão das Comunidades Europeias (1996), o gás metano (CH₄) é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, atrás apenas do gás carbônico (CO₂), que é responsável por 66% do total.

A busca por estratégias que visam minimizar os impactos causados aos meios naturais tem resultado em diversos estudos para a reutilização de forma ecológica, tanto na transformação dos dejetos em biofertilizantes que são capazes de enriquecer a capacidade produtiva dos solos, bem como a produção de energia resultante dos gases através da utilização de biodigestores.

Biodigestores tem em seu princípio a digestão anaeróbica (DA), definida como sendo um processo microbiológico no qual o carbono orgânico, e, outros compostos degradáveis são convertidos em dióxido de carbono e metano, sendo este o foco deste estudo.

Os maiores problemas encontrados no processo envolvendo biodigestores, são o controle e a leitura dos parâmetros de forma manual, e paralelo a isto estão a acuracidade e o mal aproveitamento do tempo de pessoas, dedicadas a tal atividade. Uma vez que esta leitura sendo feita manualmente, torna os períodos de leitura menos precisos, bem como o método ou forma como são feitos, podem sofrer alterações.

Com isso, o projeto em questão tem por objetivo deixar mais simples, e confiável a leitura e levantamento de dados e parâmetros internos do biodigestor disponível na Faculdade Horizontina FAHOR, tais como temperatura, interna e externa. Pode ser analisado também, a quantidade de metano gerado ao longo do tempo, versus a quantidade de matéria prima adicionada no processo. As leituras para obtenção destes dados, se darão através de um sistema de sensores que poderão ser conectados a um Arduino ou um Controlador Lógico Programável (CLP), programado para esta atividade. O sistema será ligado a um microcomputador e com isso deverá ser capaz de gerar um relatório quantitativo, dos levantamentos.

1.1 TEMA

O presente trabalho tem como foco o desenvolvimento de um sistema para o monitoramento de temperatura aplicado para biodigestor.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema deste estudo restringe-se em automatizar a coleta de dados e informar através de sinais luminosos a temperatura lida durante o processo de produção de biogás resultante da decomposição de material orgânico aplicado para um biodigestor, através de um sistema de sensoriamento controlado por um controlador programável.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Dar um destino correto e rentável aos dejetos gerados na criação em grande escala, principalmente de porcos, gado leiteiro, aves e também ao lodo oriundo de tratamento sanitário urbano, os quais agregam custos à produção devido aos cuidados necessários no descarte.

Nos métodos mais utilizados hoje, os dejetos oriundos dos processos anteriormente citados, ou da lavagem de chiqueiros, estábulos e salas de ordenha, vão para uma espécie de bacia de contenção, onde ficam aguardando sua retirada, gerando odores e junção de insetos indesejados, como moscas por exemplo, o que é desagradável ao ser humano, e ainda pode ser prejudicial à saúde de humanos e criação. Para evitar que a bacia transborde, é necessário que a retirada aconteça de tempos em tempos, tendo como resultado gastos com esta retirada e destinação.

Biodigestores se mostram eficientes na solução de tais problemas, pois esta matéria gerada, pode ser adicionada aos mesmos para geração de biogás e biofertilizante, porém sem a automação, para a coleta dos dados, é necessário que uma pessoa o faça, o que demanda tempo, e deixa brechas, com relação a eficácia e acuracidade. A coleta dos dados, temperatura interna e externa, pH do substrato, e geração de biogás, é necessária para que se controle as mesmas e assim o biodigestor possa ter a maior eficiência possível na geração do gás metano.

O lodo proveniente de tratamento de efluentes sanitários e gases gerados em aterros também podem ser utilizados em biodigestores. O que é um ponto importante

a ser levado em consideração, tendo em vista a mitigação na emissão dos gases oriundos do processo de decomposição ao ar livre, prejudiciais a camada de ozônio, e, portanto, causadores do efeito estufa.

Outro ponto que deve ser analisado, é a redução na utilização de combustíveis fósseis, tais como o petróleo, que podem ser substituídos pelo uso do biogás, pois além de os mesmos agredirem o meio ambiente quando queimados, não são renováveis e, portanto, com o passar do tempo acabarão, e teremos de ter alternativas.

1.4 HIPÓTESES

Hipóteses são como alternativas cabíveis e disponíveis à solução de problemas, onde tendo o conhecimento do problema a ser resolvido, possíveis soluções são levantadas, a fim de nortear os próximos passos no rumo da pesquisa, e desenvolvimento do projeto, se o mesmo se mostrar viável.

Supondo-se então, que através do estudo de literaturas referentes ao tema, mostre-se viável a implementação da automação para a leitura com sensores, para coletar alguns parâmetros básicos, porém essenciais para o melhor aproveitamento da capacidade do biodigestor, tais como, temperatura interna e externa, pH do substrato, e quantidade de metano produzida, deve-se então fazer a melhor escolha de materiais a serem utilizados.

Quanto aos sensores utilizados, para o mesmo, não se tem muito o que alterar, uma vez que são sensores bem específicos. Entretanto podemos alterar o dispositivo que tratará esta leitura, entre duas possíveis alternativas.

1. Utilizar um sistema embarcado com a plataforma Arduíno, o que deixaria o projeto muito mais viável financeiramente, porém não tão confiável, e robusto. Tendo como agravante a preocupação com as medidas para proteger o mesmo de intempéries e possíveis quedas de energia.
2. Utilizar o CLP, deixando o projeto mais robusto e confiável, tendo em vista que este é um equipamento projetado para ambientes mais agressivos, e, possui autonomia para salvar o que já foi processado, através de bateria, e memória interna. Porém o valor agregado é bem elevado.

Dadas as hipóteses apresentadas, cabe uma discussão sobre qual será a melhor opção a ser utilizada. Podendo também, ser realizado um levantamento mais detalhado de custos e benefícios de cada sistema.

1.5 JUSTIFICATIVA

Biodigestores são equipamentos que utilizam matéria orgânica em degradação anaeróbica através do metabolismo de microrganismos, para a geração de biogás e biofertilizante como subproduto. O biogás pode ser utilizado como gás de cozinha, combustível, e para geração de energia elétrica, já o biofertilizante pode ser utilizado para nutrir solos, melhorando a produtividade de culturas. Há biodigestores de vários modelos e tamanhos, sendo, porém os modelos, indiano, chinês, e o canadense os mais comuns, e os dois primeiros os mais difundidos. Podendo ser utilizados tanto em áreas rurais como urbanas.

Para que o processo de digestão anaeróbica seja eficiente, é necessário controlar e monitorar alguns parâmetros descritos a seguir, qualidade e quantidade do gás metano gerado, elevação ou queda na temperatura do substrato, e pH do mesmo. Para o sucesso do processo, torna-se necessário o uso da tecnologia no desenvolvimento de um dispositivo que realize a medição destes parâmetros.

A implementação do projeto deste estudo visa resolver os problemas anteriormente citados. Deixando ainda a possibilidade de controle dos mesmos em trabalhos futuros, para tornar o processo o mais eficiente possível, visando sua implementação em campo, ou seja, locais que geram esta matéria orgânica, porém ainda não a utilizam em biodigestores. Onde poderiam estar gerando uma energia limpa e renovável, através do biogás, tornando-se mais alto sustentáveis e ainda contribuindo na redução de gases causadores do efeito estufa, alvo de discussões nos últimos anos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema para o monitoramento da temperatura interna e externa do biodigestor durante seu funcionamento, onde será possível fazer um acompanhamento visual através dos sinais luminosos ou conectando um computador ao CLP, com o intuito de aumentar a eficiência do biodigestor, este monitoramento será feito através de sensores, CLP e *software*.

1.6.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo proposto ao presente trabalho, se faz necessário estabelecer os objetivos específicos a fim de explicar as partes que o compõe. Desta forma as propostas são:

- Decidir dentre as possibilidades de plataforma de operação, descritas nas hipóteses, a que mais se adequa ao projeto;
- Fazer a escolha de quantidade e tipos de sensores a serem utilizados;
- Desenvolver um programa, capaz de processar os dados enviados e realizar o proposto;
- Realizar testes para levantar dados e validar o sistema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FORMAÇÃO DO BIOGÁS

Este processo ocorre naturalmente em tempo integral, a partir da decomposição anaeróbica (sem oxigênio) de matéria orgânica, proveniente principalmente de restos de comida, dejetos, e, resíduos de: aterros, indústria de alimentos, frigoríficos e restaurantes. Normalmente composto por 1/2 de gás metano (CH₄), principal foco deste estudo, 1/3 de dióxido de carbono (CO₂), e o restante de outros gases, conforme figura 1. Sua produção e composição depende de uma série de fatores, tais como: temperatura, pH, e tipo de substrato. Sua qualidade depende diretamente da qualidade de digestão das bactérias que o produzem. (KARLSSON *et al*, 2014).

Figura 1 - Composição do biogás.

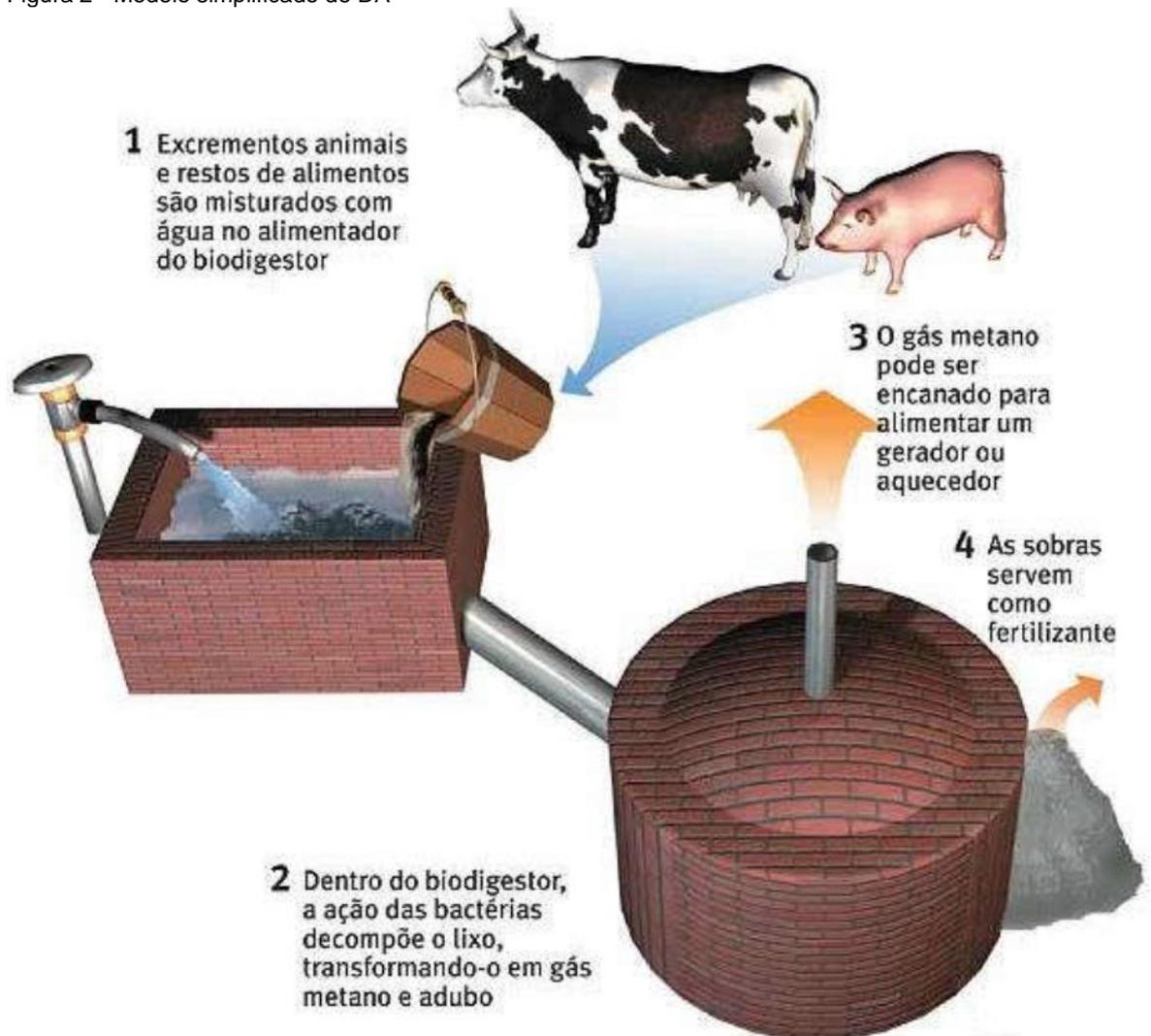
Composto	% na Mistura
Metano (CH ₄)	50 a 75 %
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 a 40 %
Hidrogênio (H ₂)	1 a 3%
Nitrogênio (N ₂)	0,5 a 2,5 %
Oxigênio (O ₂)	0,1 a 1%
Ácido Sulfídrico (H ₂ S)	0,1 a 0,5 %
Amônia (N ₃)	0,1 a 0,5 %
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0,1 %
Água (H ₂ O)	variável

Autor: Guia prático do Biogás (2010)

A figura 01 apresenta a composição, bem como as quantidades de gases necessários para a formação do biogás.

Na figura 2, pode-se observar a representação de forma muito simplificada do fluxo que deve ser seguido, na DA para a geração do biogás.

Figura 2 - Modelo simplificado de DA



Fonte: Silva (2007).

2.1.1 Hidrólise

A hidrólise, primeira das quatro etapas da digestão anaeróbica, é muito importante para a instalação, pois nela que o material é quebrado em moléculas menores para que os microrganismos a absorvam, aproveitando sua energia (KARLSSON *et al*, 2014).

2.1.2 Fermentação

O que ocorrerá nesta segunda etapa, depende do material utilizado, e fatores ambientais, os componentes seguem se quebrando em moléculas cada vez menores, os ácidos são formados através de reações, e se dividem em orgânicos, álcoois e amoníaco, bem como hidrogênio e dióxido de carbono (KARLSSON *et al*, 2014).

2.1.3 Oxidação anaeróbica

É a terceira etapa, onde a formação de gás metano ocorre, devido ao rompimento em moléculas ainda menores, sendo necessário a interação entre microrganismos, é nesta fase que os ácidos graxos formados durante a hidrólise são quebrados. Esta etapa é também conhecida como acetogênese, onde as bactérias acetogênicas convertem o material das etapas anteriores em ácido acético, hidrogênio e dióxido de carbono, porém por não serem resistentes a grandes quantidades de hidrogênio, dependem que as bactérias metalogênicas o consumam. (Karlsson et al 2014).

2.2 PARÂMETROS COLETADOS

Para este estudo, serão coletados alguns dos parâmetros que influenciam diretamente na eficiência do processo, tais como quantidades de substrato ou biomassa, temperatura e pH (KARLSSON *et al*, 2014).

2.2.1 Temperatura

Em geral, quanto maior a temperatura, maior a eficiência do sistema de DA. Porém, essa não é uma relação direta, pois acima de 65°C as bactérias termofílicas começariam a morrer, diminuindo o desempenho do sistema. Chegando a 90°C, a maioria da população de bactérias estaria morta e a eficiência do sistema seria mínima ou nula.

Pequenos biodigestores geralmente operam a temperatura ambiente ou a temperatura do solo quando são instaladas abaixo da superfície. A temperatura do solo é geralmente menor do que o intervalo ideal de temperatura necessária, reduzindo assim a taxa de digestibilidade (SHUBEITA, 2016 APUD LIU, D. *et al*. 2006).

2.2.2 Alcalinidade e pH

O biogás apresenta maior rendimento em pH neutros ou pouco superior, entre 7,0 e 8,5. Para se manter estes valores a alcalinidade, composta principalmente de íons de bicarbonato, em equilíbrio com dióxido de carbono deve se manter elevada e constante. Para tanto, a degradação de substratos ricos em nitrogênio, altas proporções de proteínas e aminoácidos se fazem essenciais (KARLSSON *et al*, 2014).

2.2.3 Substratos

Diversos materiais orgânicos, podem ser utilizados na produção do biogás, alguns exemplos são: lodo de estações de tratamento de águas residuais, resíduos de frigoríficos, indústria de alimentos e dejetos. Porém alguns apresentam melhor desempenho, em comparação aos demais, devido a fatores associados, anteriormente apresentados (KARLSSON *et al*, 2014).

2.2.3.1 Composição

Vários componentes devem compor o substrato para um processo enzimático adequado aos microrganismos, porém a relação existente entre carbono e nitrogênio são de extrema importância, tal relação deve ser elevada, e o nitrogênio deve aparecer em menor proporção, obedecendo 20-30/1 no início e 10-13/1 no final do tratamento. O substrato não deve conter muita água, para não comprometer a taxa de crescimento dos microrganismos, atingindo cerca de 7% a 10% de sólidos totais em processos contínuos. A utilização de matérias diferentes gera maior eficácia, pois ao mistura-las se eleva a probabilidade de que todos os componentes necessários para o crescimento microbiano estejam presentes (KARLSSON *et al*, 2014).

2.2.4 Monitoramento

O processo de digestão anaeróbica (DA) não é novo, pois teve seu início na década de 90 na Ásia. Mas, segundo KANOKWAN *et al*, (2005). Os mesmos fracassaram por falta de infraestrutura de monitoramento e controle dos equipamentos. Um monitoramento eficiente, através de sensoriamento, permite coletar uma grande quantidade de dados, para análise e processamento, em tempo real, ou posteriormente, deve-se medir a qualidade do biogás, para verificar se a mesma está próxima ao ideal.

Para que o sistema de monitoramento seja considerado ideal, o mesmo deve ser robusto, e capaz de detectar as instabilidades automaticamente já nos primeiros indícios da mesma. Parâmetros da fase líquida (temperatura, pH, alcalinidade), possuem resposta mais rápida do que os contidos na fase gasosa (composição e taxa de produção) (SHUBEITA *et al*, 2014 *apud* MATTIASSON, 2004).

Os principais parâmetros dos processos que devem ser controlados são apresentados no quadro 01. A periodicidade desse controle depende do tipo de biodigestor adotado, substrato e condições de fermentação.

Quadro 01

Parâmetros	Descrição
Quantidade de biomassa na entrada	É o volume de biomassa inseridos no tanque de fermentação
Quantidade de biofertilizante na saída	É o volume de líquido resultante do processo de fermentação
Temperatura da biomassa	Temperatura da biomassa quando no tanque de fermentação
Quantidade de gás gerado	Volume de gás medido no reservatório (balão)
Pressão do gás	Volume de gás retido no digestor. Aciona válvula de alívio
Composição do biogás	Proporção de CH ₄ e CO ₂
Composição dos resíduos de fermentação	Proporção de ácidos, açúcar, e nutrientes para serem consumidas pelas bactérias
pH	Regulador de acidez da biomassa
Concentração de NH ₃	Volume de NH ₃ na fase líquida e gasosa
Nitrogênio total	Proporção encontrada no biofertilizante resultante
Carga orgânica	Composição da biomassa
Tempo de permanência	Tempo de cada fase e suas etapas
Produtos intermediários (ácidos orgânicos)	Quantidade de ácidos produzidos na fase gasosa
Oxigênio	Proporção de oxigênio presente no sistema

Retirado de (SHUBEITA ET AL 2014)

Em geral, o melhor desempenho nos biodigestores é encontrado quando os mesmos são submetidos a temperaturas variando entre 35 e 40°C. O que, provavelmente, está relacionado ao fato de que essa faixa de temperatura no substrato favorece uma maior atividade das bactérias. Este levantamento é mencionado nos Artigos Científicos Saneamento e Controle Ambiental (2005), *apud* Chernicharo (1997). Ou seja, principalmente entre as temperaturas de 30 e 35°C, tem-se um resultado de crescimento microbiano ótimo, podendo vir a favorecer a formação do metano e, em consequência, o biofertilizante.

2.2.4.1 Sensores

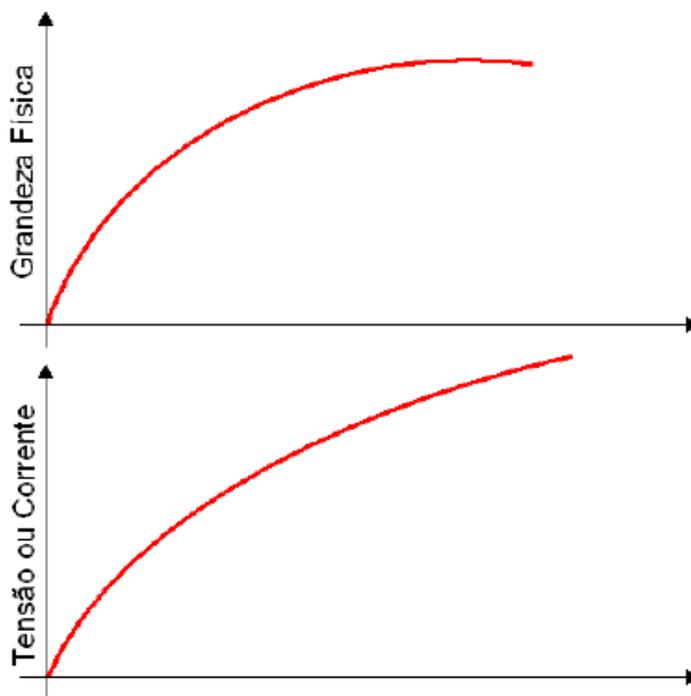
Termo utilizado para dispositivos sensíveis a alguma forma de energia contida no ambiente podendo ser luminosa, térmica, cinética, entre outras, relacionando informações sobre a grandeza física a ser mensurada, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc. Nem sempre possuem as características elétricas necessárias para sua utilização em sistemas de controle,

normalmente manipula-se o sinal de saída antes da leitura, o que normalmente é realizado com um sistema de interface, para produzir um sinal que o controlador consegue ler. Sensores podem ser divididos em dois grandes grupos ou tipos, são eles, sensores analógicos e sensores digitais (WENDLING, 2010).

2.2.4.1.1 Sensores analógicos

Este tipo de sensor é capaz de assumir qualquer valor como sinal de saída, ao longo do tempo, desde que este sinal se encontre dentro de sua faixa de operação. As variáveis destes sensores, são variáveis mensuradas por elementos sensíveis com circuitos eletrônicos não digitais (WENDLING, 2010).

Figura 3 - Saída contínua



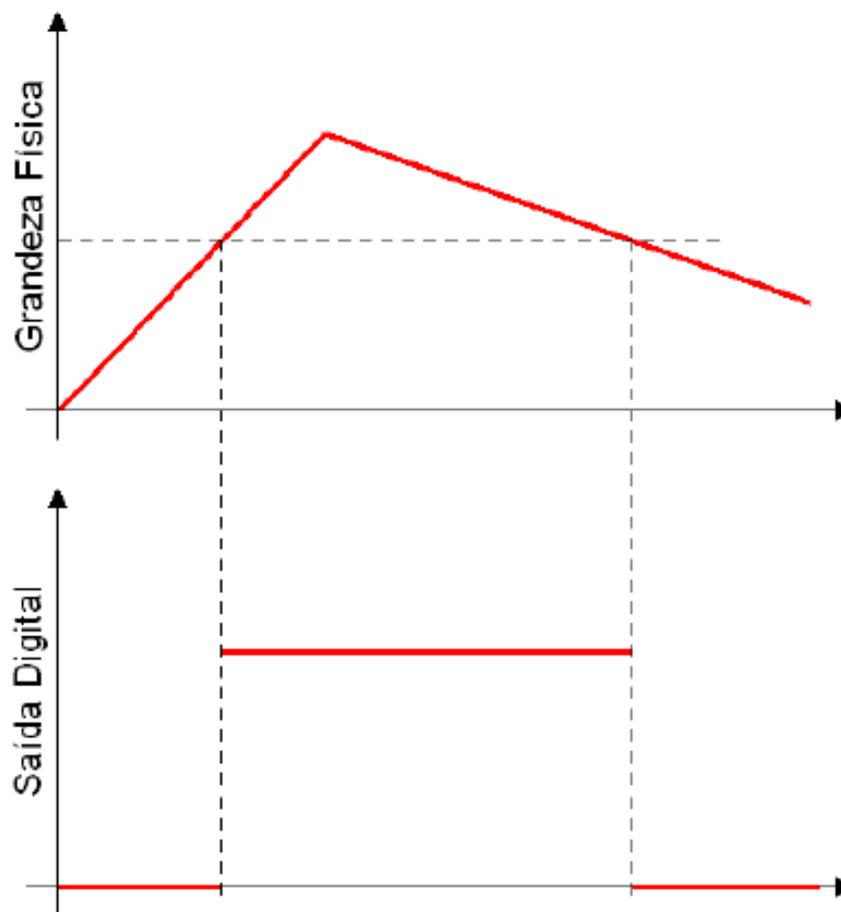
Fonte: Wendling, 2010.

Deve-se buscar por sensores que possuam sinal de saída que se aproxima da grandeza física medida, conforme figura 3.

2.2.4.1.2 Sensores digitais

Este grupo de sensores pode assumir apenas dois valores em seu sinal de saída, normalmente interpretados como zero (0) e um (1), onde zero representaria sinal baixo, desligado, ou desativo, e o um seria o contrário, ou seja, sinal alto, ligado ou ativo. Naturalmente não existem grandezas físicas com estes valores, más um circuito eletrônico os converte para que sejam assim mostrados ao sistema de controle (WENDLING, 2010).

Figura 4 - Saída on / off



Fonte: Wendling, 2010.

A figura 4 ilustra a saída de um sensor digital, de acordo com a variação da entrada ao longo do tempo.

2.2.4.2 Controle

Conforme Nise (2012), os sistemas de controle são uma parte integrante da sociedade moderna. Um sistema de controle consiste em subsistemas e processos

(ou plantas) construídos com o objetivo de se obter uma saída desejada com um desempenho desejado, dada uma entrada especificada.

O controle de um sistema automático, para ser atualizado, necessita de uma realimentação, ou seja, para cada período especificado é necessário um sinal advindo da saída para informar ao equipamento comparador que a resposta foi ou não atingida. Para o controle ser efetivamente funcional, a realimentação do erro de saída deve ser apresentada ao sinal comparador com uma frequência invariável, para não haver diferença na medição.

2.2.4.3 Programação

A programação do micro controlador em linguagem *ladder* permite uma facilidade de entendimento maior, por se tratar de uma linguagem de alto nível, onde a programação se aproxima da comunicação humana. Conforme Feofiloo (2009), a programação é um dos métodos utilizados para transmitir instruções às máquinas, as quais são passadas através de compiladores que transformam o código fonte em comando binário de máquina, para assim serem executados pelos processadores do microcontrolador.

A programação depende também das variáveis de entrada, as quais são enviadas através de sensores para o microcontrolador, que possui a programação inserida em sua memória e toma as decisões conforme os dados preestabelecidos pelo programador. Conforme for retornando o sinal de erro através do sensor, o microcontrolador tenta aproximar o erro do zero absoluto, haja visto que esta seja uma tendência apenas, restando assim a aproximação dos valores de saída com o valor estipulado.

2.3 IMPACTO AMBIENTAL

Os principais componentes do biogás são os gases, metano e dióxido de carbono, que são também causadores do efeito estufa, a pesar de apenas o metano ser aproveitado, devido ao seu poder calorífico, o processo ainda é benéfico, pois ainda elimina agentes patogênicos, o que permite que seus resíduos sejam aproveitados como fertilizante.

Grande parte dos biodigestores instalados no Brasil, se encontram na zona rural, devido ao grande volume de dejetos gerados, principalmente por animais

confinados, viabilizando a produção de biofertilizante e biogás, reduzindo a emissão de poluentes no meio ambiente, e gerando energia renovável.

Contudo o biogás pode ser gerado de outras fontes, o estado de São Paulo, foi pioneiro na utilização de resíduos sólidos domésticos provenientes de aterros sanitários, onde o biogás é gerado, captado e aproveitado energeticamente.

2.4 IMPACTO ECONÔMICO

Segundo Karlsson *et al* (2014), em novembro de 2009, houve uma grande pane na hidrelétrica de Itaipu, o que deixou 18 dos 27 estados da federação, sem energia elétrica durante quatro horas. Então a partir do ocorrido, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), institui a chamada geração distribuída de energia, que permite incorporar energias provenientes de outras fontes, que não a hidrelétrica, nas redes de distribuição. De modo que a energia elétrica gerada através de geradores, utilizando-se o biogás gerado nas propriedades rurais, pode ser inserida nas redes de distribuição, fazendo com que se reduza a dependência energética da hidrelétrica.

A granja Colombari, localizada em São Miguel do Iguçu-PR, foi a primeira unidade geradora a implantar energia na rede, e contou com o apoio da plataforma Itaipu de energias renováveis. A granja produz 360 kW de energia elétrica, oriundos do processamento dos dejetos dos três mil suínos da propriedade. Devido a esta experiência bem sucedida, mais cinco unidades de geração de biogás foram implantadas, utilizando-se dejetos de suínos e de bovinos de leite, bem como substratos de frigoríficos de aves, e uma estação de tratamento de esgotos urbanos.

Em estudo realizado por Zago (2003), avaliando o potencial de produção de energia elétrica, através do biogás, tomando-se como base uma propriedade com criação de suínos, que gera aproximadamente 50 m³ de biogás/dia, teoricamente teria uma capacidade de produzir 2.160kWh/mês, tornando-se assim autossustentáveis em energia elétrica. O mesmo estudo estima que uma geração de biogás a partir de 200 m³/dia, torna economicamente viável o empreendimento, com geração de 300kWA/dia.

2.5 BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante, é um subproduto obtido a partir da DA de matéria orgânica, onde o biogás é o produto principal. No estado líquido, o biofertilizante contém uma complexa composição de nutrientes essenciais às plantas (principalmente nitrogênio e fósforo), atuando como fertilizante e também como defensivo agrícola, erradicando pragas, doenças e insetos.

Através da evaporação, que remove a água presente no biofertilizante, esta passa para o estado sólido. Com nível de pH em torno de 7,5, o biofertilizante funciona como corretor de acidez estabilizando o pH, eliminando o alumínio e liberando o fósforo dos sais insolúveis do alumínio de ferro. A elevação do pH dificulta a multiplicação de fungos patogênicos.

Além de não propagar mau cheiro e não ser poluente, a obtenção do biofertilizante apresenta um custo muito inferior (ordem de 80%) comparado ao custo da produção de fertilizantes químicos (EATON, 2005).

3 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2003), método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permitem alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões. Ainda por Lakatos e Marconi (2007), é o caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão, de modo refletido e deliberado. Segundo GIL (1999) Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação, é a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Já Moresi (2003), entende-se por metodologia a determinação das formas que serão utilizadas para reunir os dados necessários para a consecução do trabalho.

A pesquisa-ação pode ser definida segundo Gil (2002), *apud* Thiollent (1985) como um tipo de pesquisa com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes que representam a situação ou problema, se envolvem de modo a cooperar ou participar. Ainda Gil (2008), define a pesquisa-ação como sendo uma pesquisa caracterizada pelo envolvimento dos pesquisadores e pesquisados no processo, distanciando-se dos princípios da pesquisa científica

acadêmica, não se observando a objetividade da pesquisa empírica clássica. Segundo Prozano e Freitas (2013), a pesquisa-ação acontece quando há interesse coletivo na resolução de um problema ou suprimento de uma necessidade, onde pesquisadores e pesquisados podem se engajar em pesquisas bibliográficas, experimentos etc., interagindo em função de um resultado esperado. Nesse tipo de pesquisa, os pesquisadores e participantes envolvem-se no trabalho de forma cooperativa. A pesquisa-ação não se refere a um simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados, mas sim algo onde os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados.

A elaboração do presente trabalho, está baseada no método de pesquisa-ação, por ser desenvolvido em um local que não seja uma empresa propriamente dita, contando com a colaboração do integrante na pesquisa para a caracterização dos melhores métodos para compor os resultados.

Levantou-se a possibilidade de, realizar a leitura de dados para análise quantitativa destes, através de tabulação, os dados a serem coletados são temperatura, umidade, alcalinidade, e pH do substrato, bem como a quantidade de gás gerado, com o objetivo de melhorar o desempenho na geração de biogás do biodigestor disponível na Faculdade Horizontina (FAHOR), tendo em vista que este gás pode ser utilizado de forma direta e sustentável, como combustível para veículos, em fogões, etc., ou na geração de energia, onde ocorre a conversão da energia química do gás em energia mecânica por meio de um processo controlado de combustão, essa energia mecânica faz com que um gerador se ative, e assim produza energia elétrica. O biogás também pode ser usado em caldeiras por meio de sua queima direta para a cogeração de energia.

Com o crescente aumento na demanda de energia elétrica, que a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê, onde a demanda de energia no Brasil vai crescer 2,5% ao ano até 2029, um acréscimo de 2.500 megawatts médios anualmente, e a escassez de combustível fóssil como o petróleo por exemplo, que além de não ser proveniente de fontes renováveis, gera poluição através da fumaça gerada em sua queima, e tendo ainda em vista as vantagens na utilização de energias renováveis iniciou-se uma pesquisa bibliográfica em matérias referentes a utilização de biodigestores, em busca de informações que pudessem colaborar com o andamento e embasamento deste trabalho, onde foi possível entender como tudo funcionará em tese.

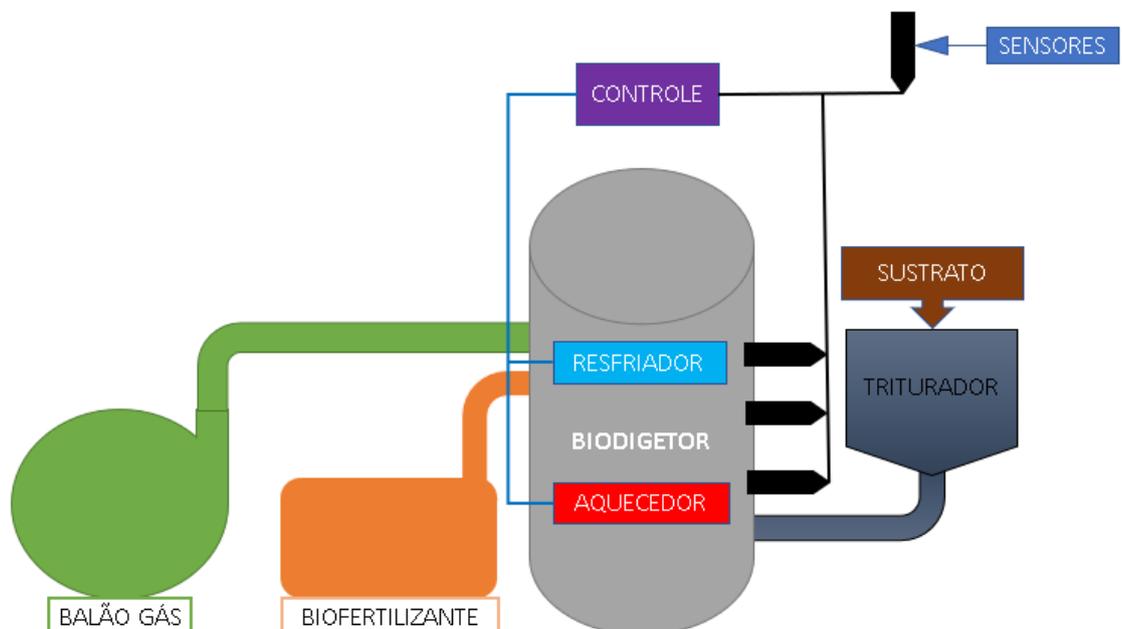
Serão descritos aqui os métodos que foram utilizados para realizar o monitoramento da temperatura do processo do biodigestor durante a produção de gás. O propósito deste monitoramento é obter dados que possam estar influenciando de forma positiva ou negativa na eficiência do biodigestor.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Neste processo de pesquisa experimental serão acompanhados os resultados obtidos através da coleta de dados, buscando interpretar e analisar como os valores que influenciam na eficiência do biodigestor em produzir biogás e biofertilizante, para que com estes dados possam ser tomadas ações corretivas em relação a temperatura, se possível.

Para o funcionamento do biodigestor, será colocado no triturador os dejetos coletados de propriedades rurais da região, para que os mesmos fiquem em tamanho homogêneo e apropriado para a digestão anaeróbica DA, após a trituração estes resíduos serão levados até o tanque principal do biodigestor através de moto bomba, onde terá início o processo de DA. A figura 5 mostra de forma simplificada um diagrama do equipamento.

Figura 5 - Diagrama do equipamento



Fonte: Autor, 2020.

Para a implementação deste projeto foi utilizado um caixa de comando padrão com dimensões de 0,30 X 0,40 metros para armazenar os componentes, evitando assim seu contato direto com ambiente externo. No interior da caixa serão alocados uma fonte do tipo colmeia com tensão de saída de 24 V em corrente contínua, utilizada para alimentar o CLP, e os demais componentes utilizados, optou-se pela utilização do CLP Clic02 24VCC 20VR da Weg, pois o mesmo contém as configurações e opções de entrada necessárias para esta aplicação, o mesmo utiliza 24 V de tensão de trabalho, conta com 12 entradas, sendo destas oito digitais, e quatro analógicas, e oito saídas a relê, podendo estes números serem aumentados adicionando um máximo de 3 módulos com 4 entradas e 4 saídas cada, conforme necessidade do usuário.

Foi utilizado uma sinaleira, com lâmpadas de *LED*, com cores distintas, as quais indicam através de sinal luminoso as faixas de temperaturas lidas pelos sensores, esta programação poderá ser utilizada em trabalhos futuros, visando ligar um aquecedor ou um resfriador, conforme necessidade.

Os sensores utilizados para a leitura de temperatura, foram sensores SB41 da *Full Gauge*, instalados em três pontos distintos e previamente pensados do biodigestor, e mais um na parte externa, possibilitando assim a comparação entre os valores de temperatura interna, e o valor da temperatura ambiente obtidos, estes sensores utilizam em uma das extremidades de seu cabo, tensão de trabalho de 10 Volts, sendo utilizado na outra extremidade um resistor de 5.1 K Ohms, onde em um dos lados chega o cabo do sensor e sai um cabo que conecta nas entradas analógicas do CLP, e na outra extremidade sai um cabo para o terra da fonte, para que fosse possível a leitura dos mesmos através dos valores de tensão, tendo-se em vista que o mesmo diminui sua resistência quando aquecido, fazendo assim com que a tensão aumente.

A programação utilizada foi feita em linguagem Ladder e, para fazer esta programação e passar para o CLP, foi utilizado o software Clic02 Editor. Este software pode ser encontrado na página da Weg, e está disponível para download de forma gratuita, o mesmo conta com recursos que permitem ao usuário realizar testes com a simulação de programas de forma virtual, possibilitando ao usuário visualizar as ações que estão sendo executadas pelo CLP, bem como a detecção de possíveis erros sem a necessidade de ter CLP fisicamente, o CLP utilizado permite programas que contenham até 300 linhas, ou 200 blocos de função.

Foram utilizadas lâmpadas de *LED*, nas cores verde, e vermelho, onde as mesmas se acenderão de forma a indicar a faixa de temperatura que está sendo lida através dos sensores instalados no biodigestor, onde a lâmpada verde permanecerá acesa se a temperatura interna estiver na faixa de 34° C e 41° C, faixa considerada ideal para melhor aproveitamento do potencial do biodigestor. Uma das lâmpadas vermelhas se acenderá se esta temperatura sair desta faixa para baixo ou seja se ela estiver abaixo do limite inferior LI, indicando que o processo deve receber aquecimento, se a temperatura subir além dos 41° C, a outra lâmpada vermelha se acenderá mostrando que a temperatura está ultrapassando os limites superiores LS, com as temperaturas variando fora dos parâmetros as bactérias contidas no sistema se tornam ineficientes ou inativas, podendo até algumas virem a morrer, comprometendo assim o bom desempenho na geração do gás, juntamente com o acionamento destas lâmpadas, serão acionadas contadoras, uma para cada faixa de temperatura indesejada, que futuramente podem ser utilizadas para o acionamento de um aquecedor ou resfriador.

Para o funcionamento deste sistema na primeira linha da programação *Ladder*, foi colocado um botão liga, o qual inicia o mesmo, o botão desliga foi colocado, pois ao ser ligado o sistema é selado através da bobina M01. Nas próximas linhas estão sendo somados os valores lidos nos três sensores internos, e então é feita a média destas medições. Com esta média são efetuadas as próximas comparações, responsáveis por determinar se a temperatura média que está sendo lida encontrasse dentro da faixa especificada.

Os parâmetros e valores para estas comparações foram adquiridos através de testes onde um dos sensores foi ligado em série com resistores de 1 k Ohm, 5.1k Ohms e 10K Ohms e no polo negativo da fonte de 12 V, na outra extremidade do sensor foram ligados três diodos 1N4007, em série, conectados ao polo positivo da fonte. Então foi feita a medição do diferencial de tensão nas duas extremidades do resistor, com a utilização de um multímetro, com estes dados foi calculado o valor de variação de tensão para cada grau de temperatura, a comparação foi realizada utilizando-se um termômetro digital, e matemática básica através de regra de três.

Os cálculos mostraram os valores de 0,0356 V / °C no resistor de 1K; 0,1245 V / ° C, no resistor de 5.1 K, e o valor de 0,17385 V / ° C, com isso os resistores de 1 K e 10 K, foram descartados, pois seu range de possibilidades de temperatura não atenderia o desejado, então optou-se pela utilização de resistores de 5.1 K Ohms de

resistência, onde se fazendo a conversão se obtém um range de temperatura entre 0 °C e 80,32 °C.

Com isso, para que a temperatura esteja dentro dos limites desejados, a tensão lida pelo CLP deve estar entre 4,23 V e 5,10 V, o que representa temperaturas entre 34 °C e 41 °C, respectivamente, o que fará com que a lâmpada verde se acenda.

Se a média de temperatura estiver abaixo do LI se acenderá uma lâmpada vermelha, o mesmo ocorre em caso de a temperatura ultrapassar o LS, na parte física além do acionamento das lâmpadas vermelhas, um sinal também é enviado para o acionamento de contadoras, para possível utilização futura.

Na lógica *Ladder*, são apresentados ainda nas saídas das bobinas MD02 a MD06 os valores de temperatura, já convertidos, para facilitar a interpretação do usuário, e a leitura por parte do supervisor.

Figura 6 - Fluxograma da programação

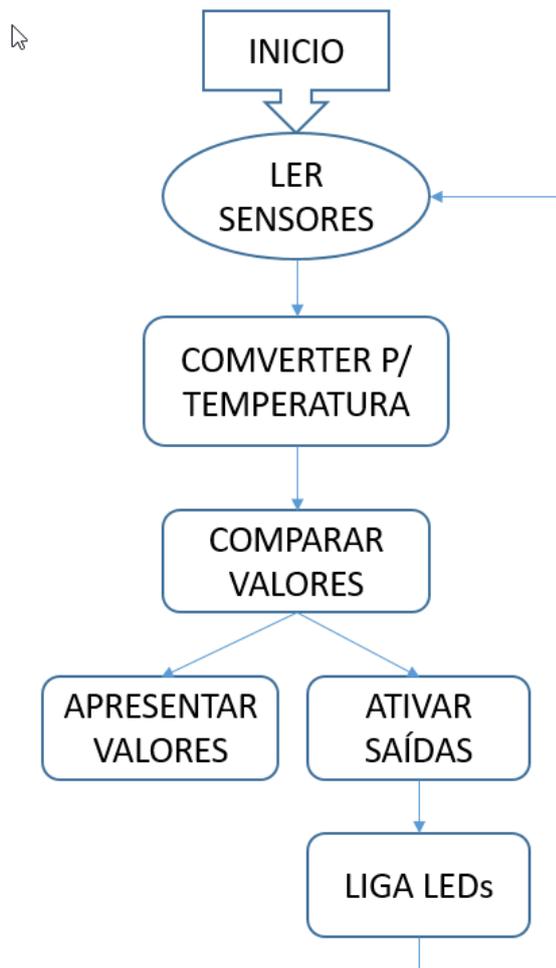
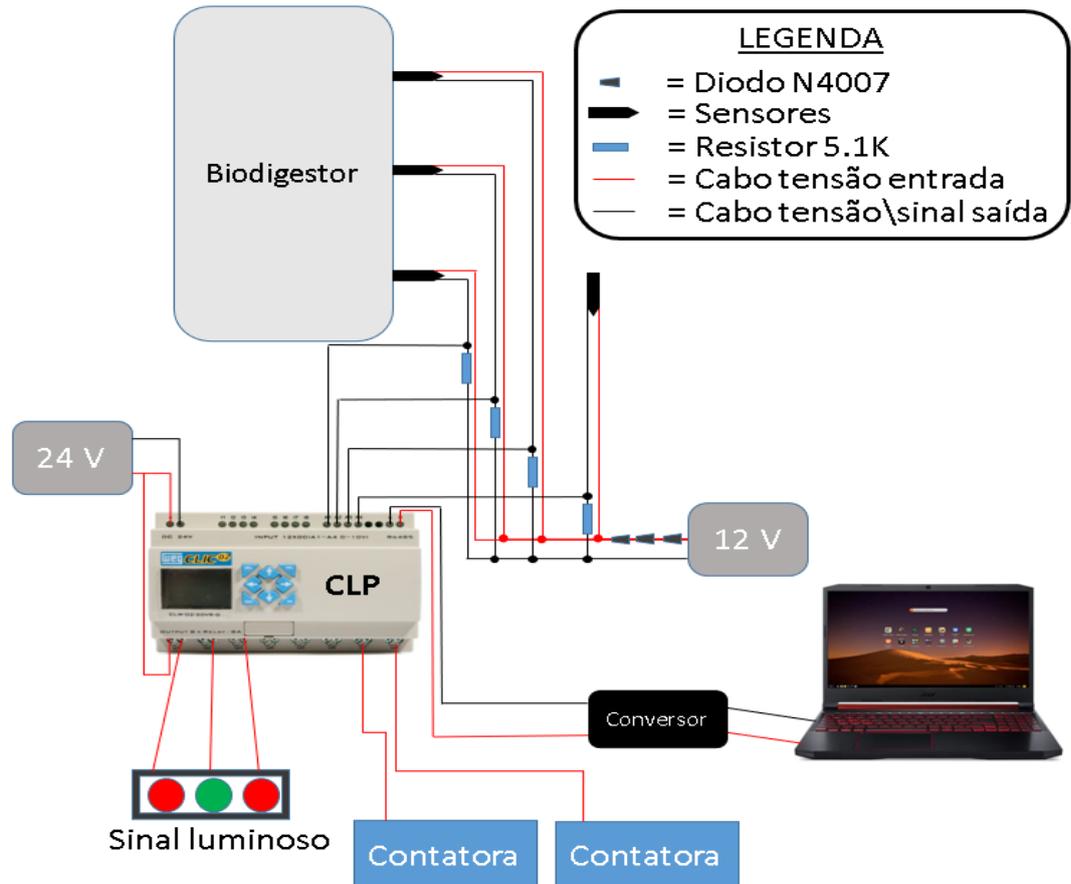


Figure 7 - Esquema de montagem e conexões.



Fonte: Autor.

O esquema mostra de forma simples e intuitiva como foi montado o sistema. Para uma melhor experiência do usuário, foi utilizado uma interface através do supervisor da LAquis, onde os dados coletados serão apresentados em tempo real, deixando ainda a possibilidade de se visualizar as medições já realizadas em forma de relatório.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Além dos matérias já citados, foram utilizados para neste trabalho os seguintes:

- Multímetro
- Disjuntores
- Cabos de 1 mm
- Chave seletora
- Born Sak
- Furadeira
- Manuais
- *Data Sheet*

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados e os objetivos esperados para o estudo, bem como, todas as etapas de desenvolvimento e implementação do sistema para o monitoramento de temperatura aplicado para biodigestor.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO BIODIGESTOR UTILIZADO

O biodigestor utilizado no projeto é um modelo já existente no campus da Faculdade Horizontina (FAHOR), cuja capacidade de produção atual é de aproximadamente 1m³ de biogás. O conjunto do biodigestor é composto por tanque principal do biodigestor, um sistema de triturador dos dejetos coletados de propriedades rurais da região, para que os mesmos fiquem em tamanho homogêneo e apropriado para a digestão anaeróbica DA, uma moto bomba, e demais equipamentos que podem ser visualizados na figura 8.

Figura 8 - Conjunto biodigestor FAHOR



Fonte: Site FAHOR, 2020

4.2 MECANISMO DESENVOLVIDO

O mecanismo desenvolvido para o monitoramento do sistema é composto por um painel elétrico, que será acoplado em um suporte, um sensor de temperatura do tipo NTC, modelo Sb41 da FullGauge, que será conectado na parte externa, próxima ao biodigestor, para que seja mensurada a temperatura do ambiente, e três sensores de temperatura que serão acoplados em orifícios já existentes em locais estratégicos do corpo do biodigestor, cuja finalidade será mensurar a temperatura dos compostos em pontos distintos e, posteriormente, estabelecer uma média da temperatura dentro do biodigestor. A figura 9 apresenta uma representação do controlador e do sensor utilizado no projeto.

Figura 9 – CLP e Sensor de temperatura FULL GAUGE

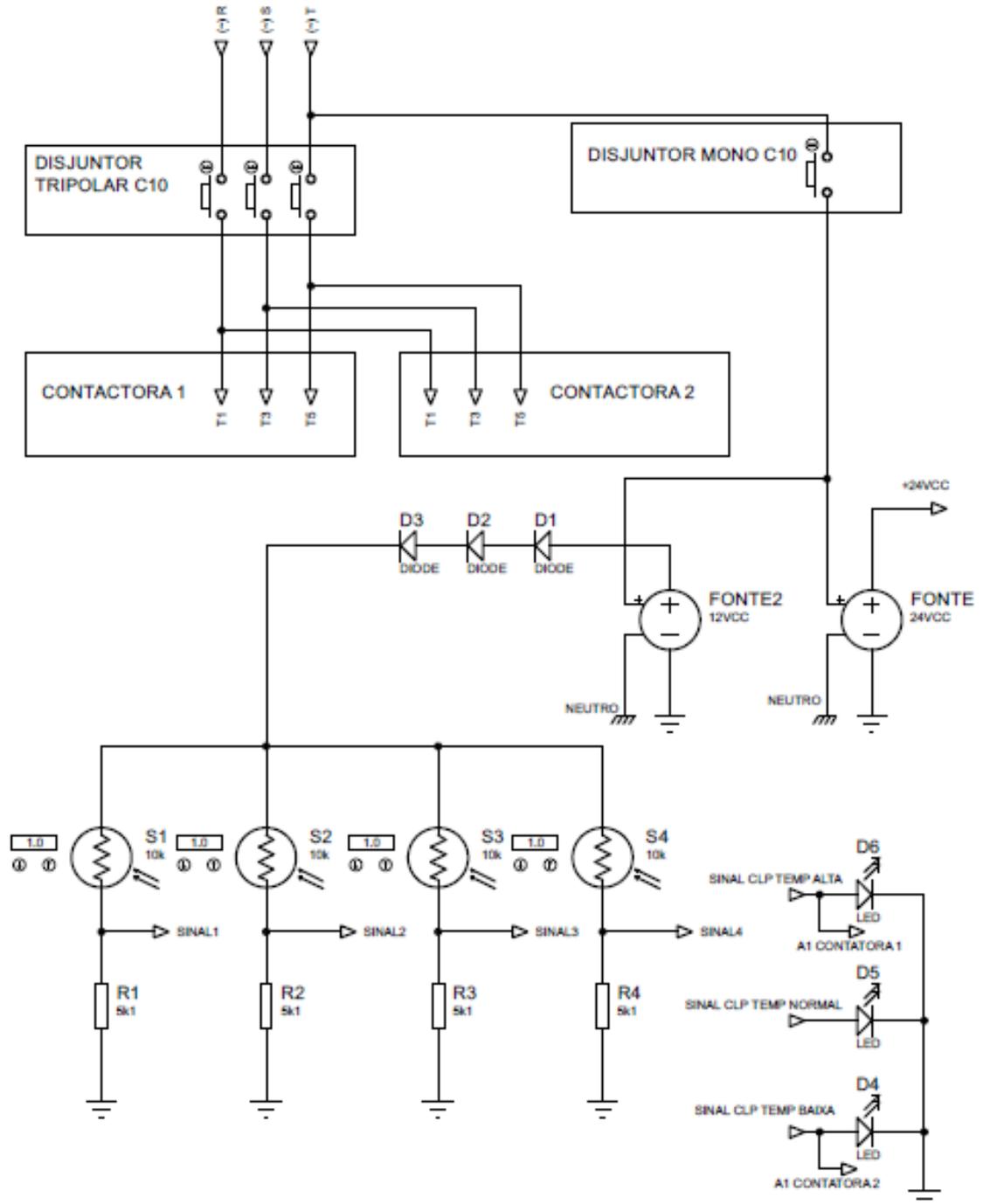


Fonte: Autor, 2020.

4.3 CIRCUITO ELÉTRICO

O circuito elétrico apresentado na figura 10 é responsável pelo processo de aquisição de dados do sistema, e alimentação do mesmo.

Figura 10 – Circuito elétrico

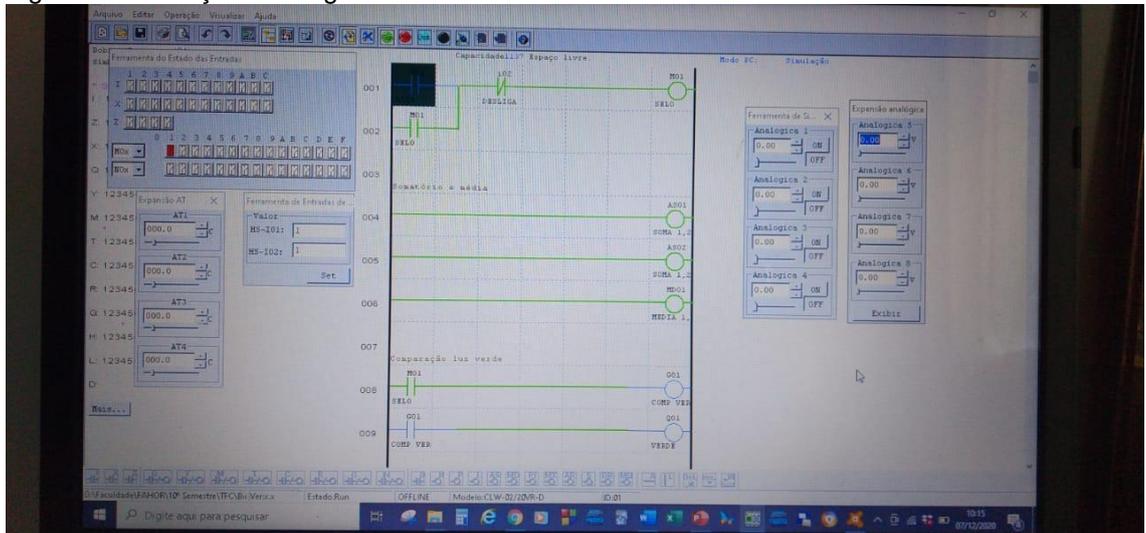


Fonte: Autor, 2020.

4.4 DESENVOLVIMENTO DA PROGRAMAÇÃO

Como resultado principal deste trabalho foi desenvolvido e implementado o software de linguagem Ladder, com o qual foi possível realizar a simulação de funcionamento do sistema como um todo, de forma virtual, onde o mesmo funcionou de forma satisfatória. A figura 11 mostra uma representação do diagrama lógico desenvolvido para o controle de temperatura, sendo que o diagrama completo se encontra como forma de imagens nos apêndices deste documento.

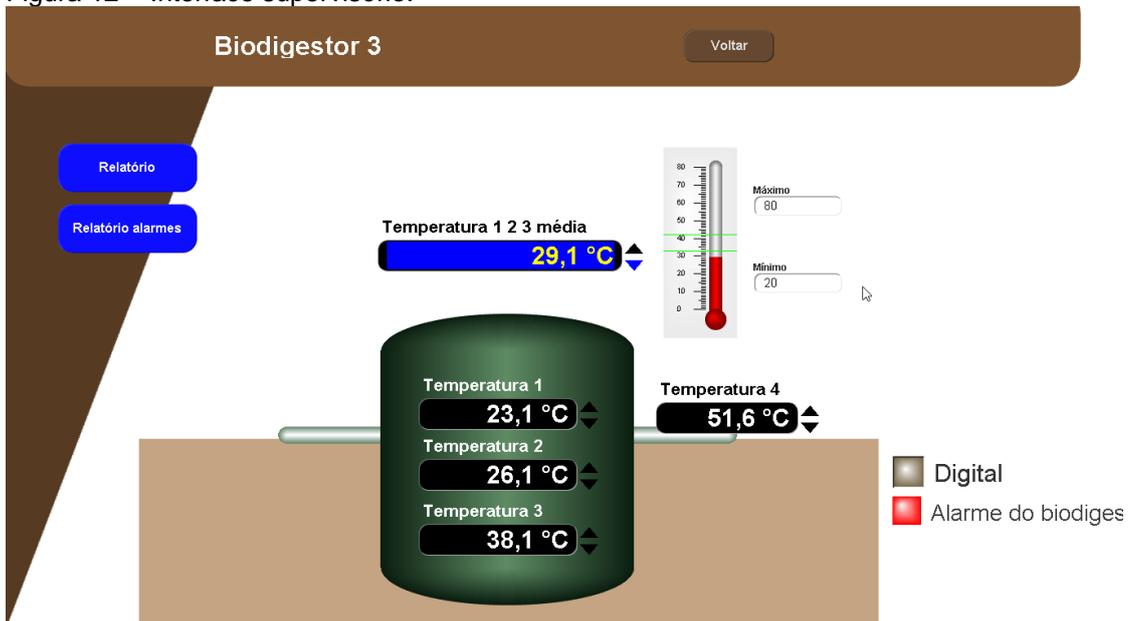
Figura 11 - Criação do diagrama LADDER



Fonte: Autor, 2020.

A figura 12 mostra como ficou a interface do supervisor LAquis.

Figura 12 - Interface supervisor.



Fonte: Autor, 2020.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir dos testes realizados em simulações computacionais foram satisfatórios, considerando que se trata de um sistema envolvendo um controlador lógico que permite a validação do diagrama teoricamente, através de *software* de simulação. Para verificação dos resultados obtidos durante as simulações computacionais, torna-se necessário a instalação física dos componentes junto ao biodigestor, fato esse que não foi consumado devido a demora na entrega de componentes frente ao prazo de entrega do referido trabalho.

CONCLUSÃO

O presente trabalho contou com a construção e implementação de um sistema capaz de realizar a medição, o monitoramento e o controle da temperatura de trabalho do biodigestor para dejetos e resíduos orgânicos, onde ainda não foi possível atingir um dos objetivos deste trabalho, que se trata da montagem prática, impossibilitando assim a aquisição de resultados reais.

Citamos que, em termos de simulação computacional, os objetivos foram alcançados, levando-se em consideração de que a parte teórica pode ser testada e funcionou conforme o esperado. Com a implementação física do sistema, haverá a possibilidade de aquisição dos valores de temperatura no interior do biodigestor, não estando estas dentro das faixas consideradas adequadas ou ideais para o processo de digestão anaeróbica, ou seja fora dos limites Inferior e Superior, tal fator pode vir a comprometer a geração de biogás, pois as bactérias responsáveis por esta produção trabalham em faixas específicas de temperatura, considerada ideal entre 35° C e 40° C, pelas literaturas utilizadas.

Para validação física daquilo que se propôs como objetivo, torna-se necessário a instalação dos componentes junto ao biodigestor, fato esse que não foi possível devido a demora na entrega do controlador, frente ao prazo de entrega do referido trabalho.

Fica disponível a possibilidade de utilizar a parte teórica e principalmente a física que ficará disponível na FAHOR, para trabalhos futuros, onde ficará instalado o painel com todos os componentes utilizados na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<https://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2029>>. Acesso em 14 mai. 2020.
- FEOFILOFF, P. **Algoritmos em Linguagem C**, Rio de Janeiro, 2009.
- JANTSCH, T.; Mattiasson, B. **An automated spectrophotometric system for monitoring buffer capacity in anaerobic digestion processes**. vol. 38. 2004.
- KARLSSON, T. **Manual Básico de Biogás**. 1. Ed. Lajeado, 2014
- MANZANO, André Luiz N. G.; MANZANO, Maria Isabel N. G. **TCC. Trabalho de Conclusão de Curso: utilizando o Microsoft Word 2013**. São Paulo: Érica, 2013. [Minha Biblioteca].
- MICALOSKI, Odirlei. Mini controlador lógico programável. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- NISE, N.S. **Engenharia de Sistemas de Controle**. 6. ed. Rio de Janeiro, 2012.
- SHUBEITA, F. M. et al. **Um estudo sobre monitoramento de controle de biodigestores de pequena escala**. Porto Alegre: PUCRS, 2014.
- SOUZA, Cecília F.; DE LUCAS Jorge Júnior; FERREIRA Williams P. M. Saneamento e controle ambiental. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato**, Jaboticabal, Vol 25, número 2, Maio 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 15 Nov. 2020
- WENDLING, M. **Sensores**. São Paulo: Unesp, 2010.
- ESTRATÉGIA PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE METANO COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS** Bruxelas, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 10520. NBR10520: informação e documentação-citações em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 14724. ABNT NBR 14724: Informação e documentação - trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 6024. ABNT NBR 6024:2012: Informação e documentação - numeração progressiva das seções de um documento:** apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 6027. ABNT NBR 6027: informação e documentação: sumário:** apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

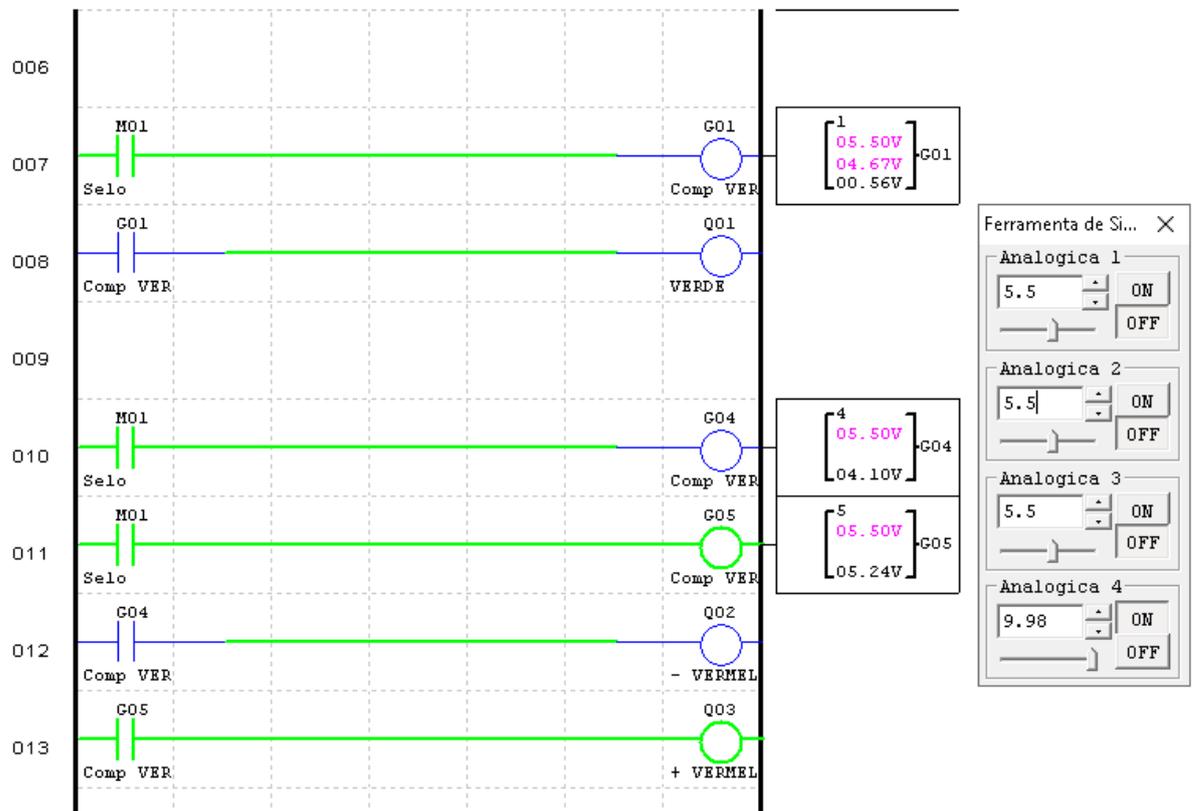
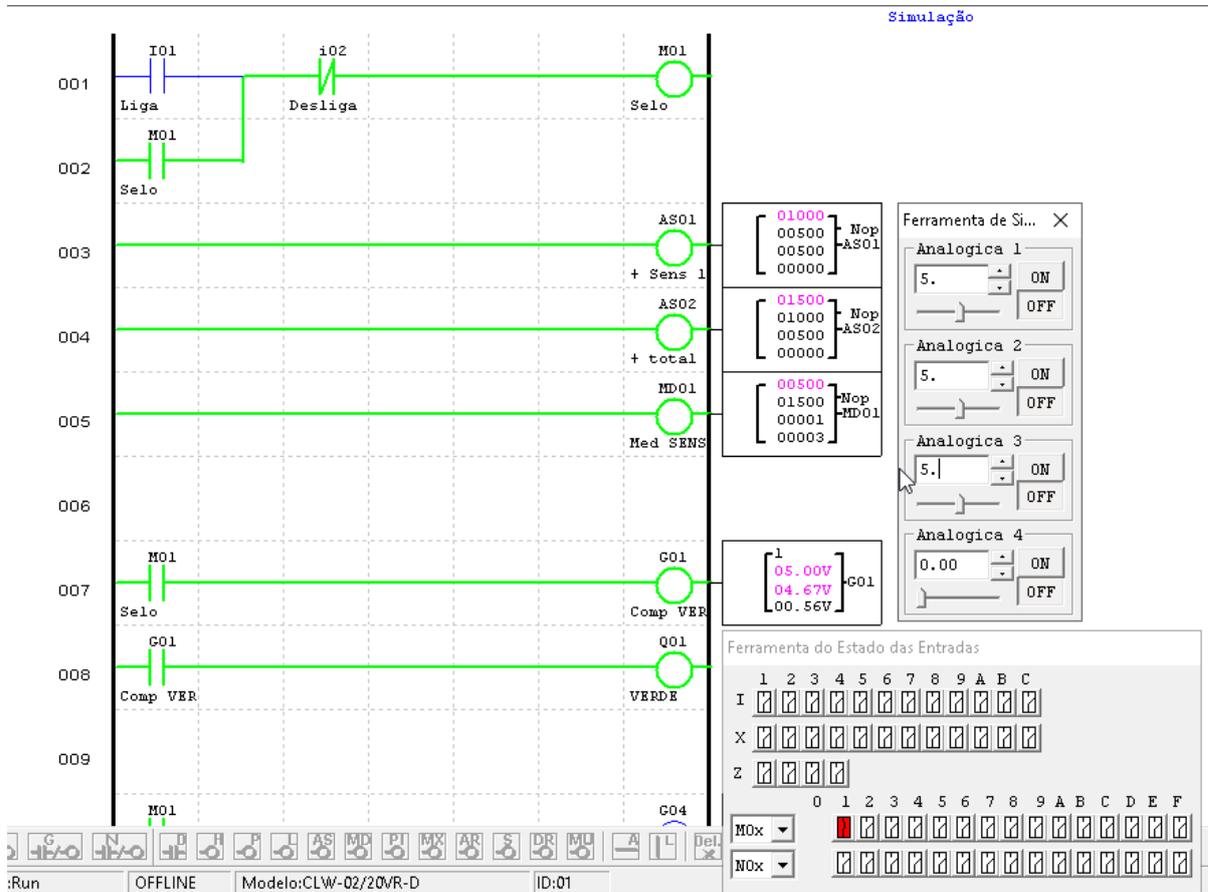
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 6028. NBR6028: informação e documentação-resumo:** apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

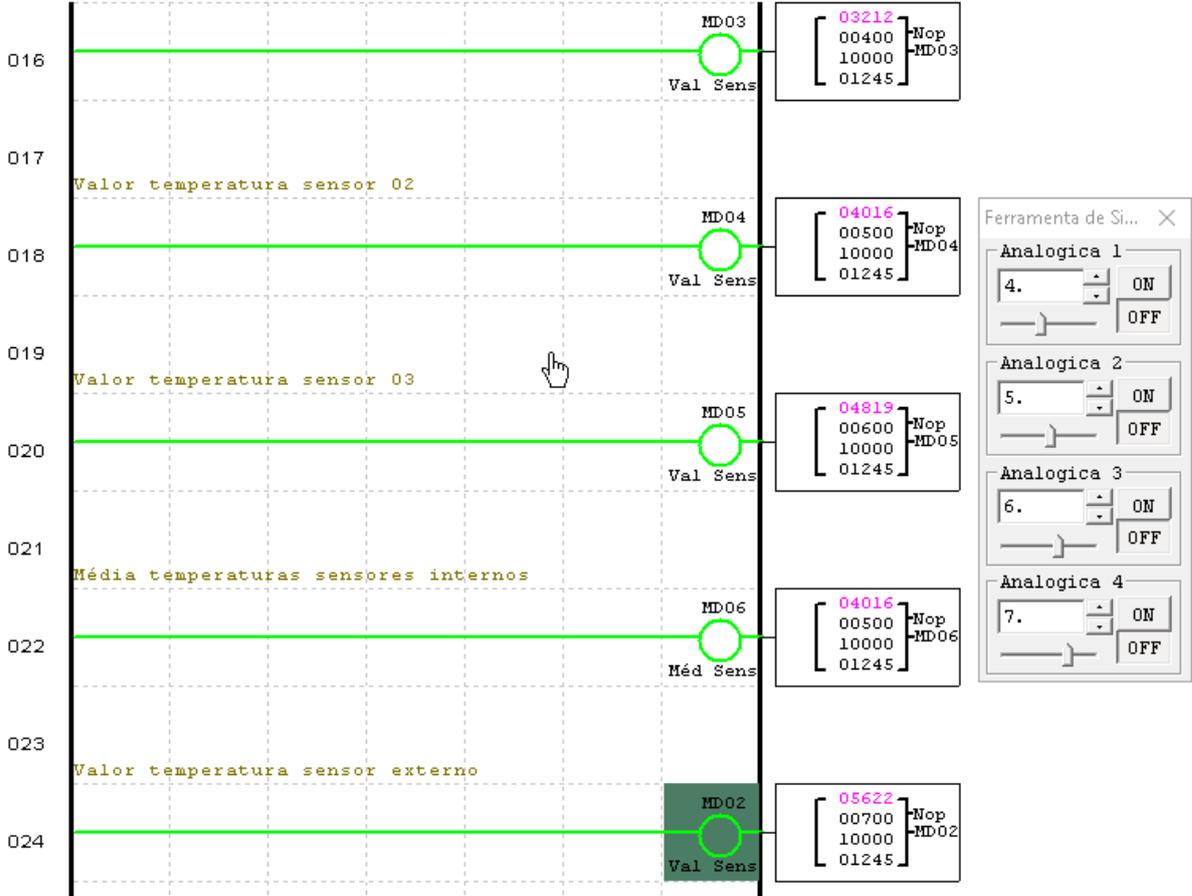
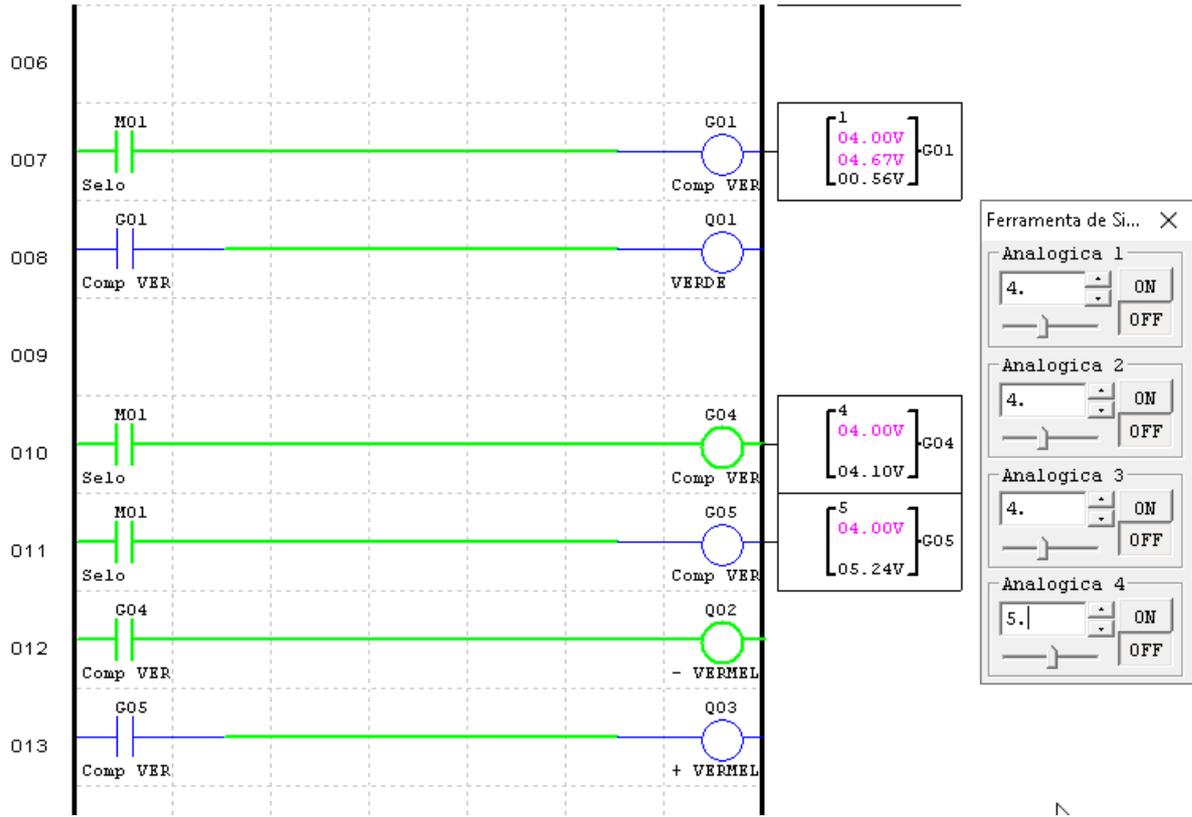
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023 (NB 66): Informação e documentação:** referências de elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Normas de apresentação tabular.** Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

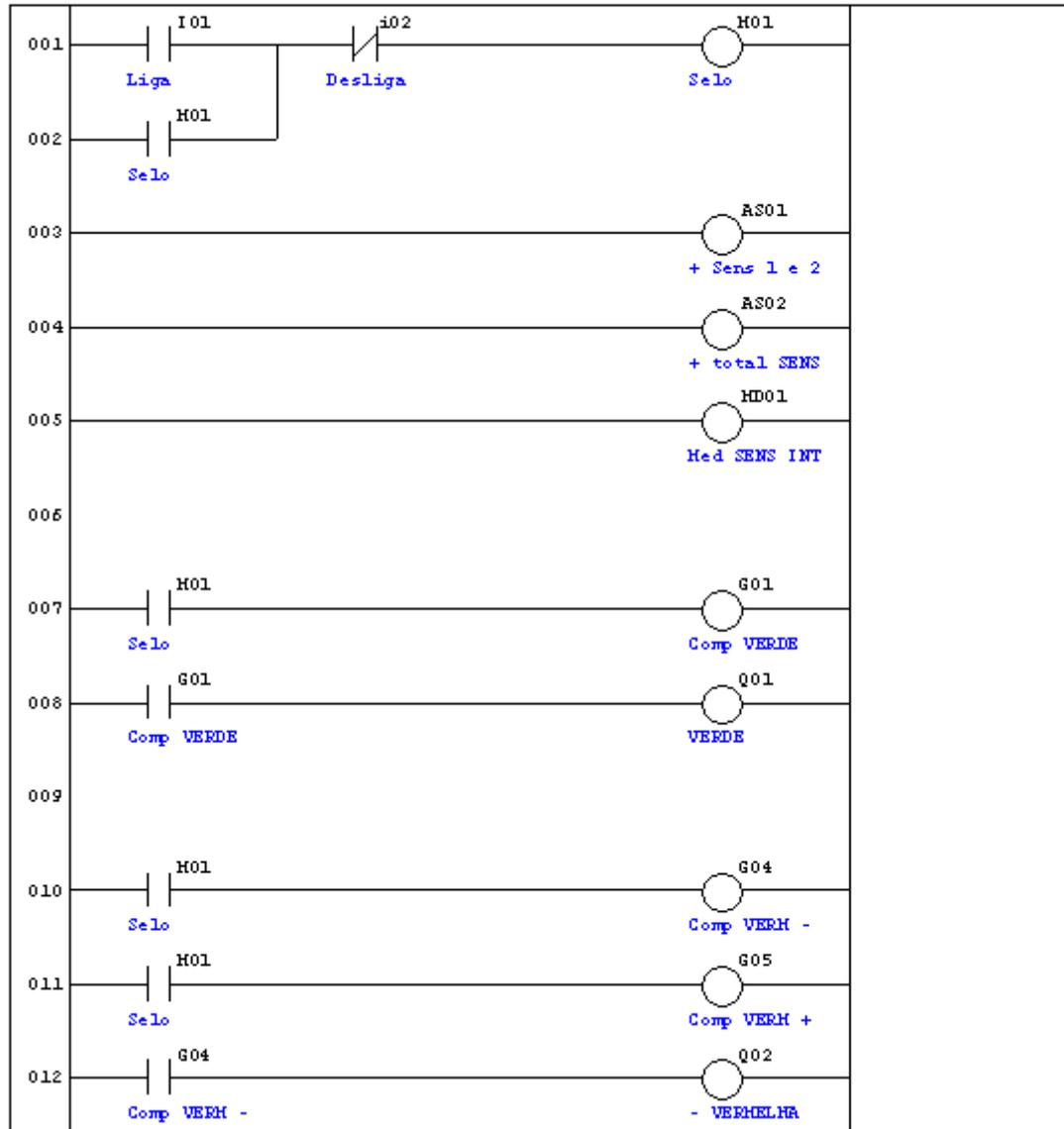
.

APÊNDICE





Linha Programa



Linha Programa

