



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação**

**Departamento de Sistemas de Computação**

---

Atuação inteligente de válvulas de ar

*André Giradi Ribeiro da Rocha*

---

São Carlos - SP

# Atuação inteligente de válvulas de ar

*André Giradi Ribeiro da Rocha*

*Supervisor: Profa. Dra. Cristina Dutra de Aguiar Ciferri*

Monografia referente ao estágio empreendedor realizado na empresa HiTemp Soluções Tecnológicas dentro do escopo da disciplina SSC0596 – Projeto Empreendedor II do Departamento de Sistemas de Computação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP.

Área de Concentração: Redes

**USP – São Carlos**  
**15/07/2020**

# Agradecimentos

Agradeço a minha família, meu pai José Joaquim, minha mãe Ana Lúcia e minhas irmãs Mariana, Luíza e Carolina, por todo o apoio que sempre me deram.

Aos meus amigos e sócios, Pedro Ivo, Carlos, Denis e Gustavo, porque sozinho nunca teria encara o desafio de abrir uma empresa.

E a minha supervisora Cristina e seu marido Ricardo, por terem toda a paciência e dedicação do mundo.

# Resumo

Nesta monografia discute-se a motivação para a criação da empresa responsável e o processo de desenvolvimento do produto que tem por objetivo a automação de entradas de ar em fornos de carbonização com o uso de dispositivos embarcados. São abordados vários aspectos da empresa, incluindo sua criação, papel no mercado e sócios, assim como o impacto desse projeto para a empresa. Descreve-se todas as metodologias e tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, contendo os protocolos de comunicação utilizados para troca de mensagens, o sistema de visualização de dados, assim como o interfaceamento entre dispositivos e interface de visualização e meios de redundância de dados. Os resultados obtidos são discutidos juntamente com as experiências dos usuários e as dificuldades encontradas. Por fim, o papel do curso e da empresa na execução do trabalho e no desenvolvimento do produto são debatidos.

Palavras-Chave: Redes, Sistema Embarcado, Sistema Supervisório, MODBUS.

# Sumário

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO .....	1
1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DE PROJETO EMPREENDEDOR.....	2
1.3 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA .....	2
<b>CAPÍTULO 2: A EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
2.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	3
2.2 MERCADO.....	3
2.3 MISSÃO DA EMPRESA.....	3
2.4 MOTIVAÇÃO PARA A CRIAÇÃO DA EMPRESA .....	4
2.5 PERFIL DOS SÓCIOS .....	4
2.6 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	5
2.7 HISTÓRICO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS.....	5
<b>CAPÍTULO 3: O PRODUTO.....</b>	<b>7</b>
3.1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO .....	7
3.2. DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	8
3.2.1. <i>Comunicação entre dispositivos</i> .....	8
3.2.2. <i>Implementação do sistema supervisorio</i> .....	9
3.2.3. <i>Interfaceamento entre malha e supervisorio</i> .....	9
3.2.3. <i>Desenvolvimento de redundância de dados</i> .....	10
3.3. RESULTADOS OBTIDOS .....	10

3.4. DIFICULDADES E LIMITAÇÕES.....	11
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO .....</b>	<b>12</b>
4.1. CONTRIBUIÇÕES.....	12
4.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CURSO DE GRADUAÇÃO .....	12
4.3. RELACIONAMENTO ENTRE O CURSO, A EMPRESA E O PRODUTO APRESENTADO.	13
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>14</b>

# CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Este capítulo familiariza o leitor com a organização da monografia e o contexto do trabalho, tanto em termos de áreas do conhecimento e atuação, quanto a área da empresa a qual ele está relacionado, detalhados nas seções a seguir.

## 1.1 Contextualização do Projeto

Este projeto foi desenvolvido com o objetivo de automatizar as entradas de ar em fornos de carbonização, ou biorredutores<sup>[1]</sup>, capazes de produzir carvão vegetal a partir de madeira, aumentando sua produtividade. Ele nasceu de uma necessidade da indústria siderúrgica, que se utiliza do carvão vegetal em seus altos-fornos para a produção de aço.

Logo, este trabalho detalha o processo de desenvolvimento da malha de sensores e atuadores utilizada no processo de atuação inteligente das válvulas que controlam as entradas de ar, levando em consideração que a malha é composta por vários dispositivos de sensoriamento de temperatura e dispositivos atuadores, que se comunicam entre si. Entretanto, este trabalho não trata do desenvolvimento dos dispositivos em si, uma vez que este já foi o tema do Projeto Empreendedor I, no qual foi detalhado todo o processo de desenvolvimento dos dispositivos de sensoriamento de temperatura, capazes de fazer a coleta dos valores de temperatura por termopares, armazená-los e compartilhá-los. O projeto também engloba a implementação de um sistema supervisor *open-source*, que consiste numa interface com usuário capaz de se comunicar com a malha.

Em termos de área do conhecimento, o projeto se encaixa na área de redes de computadores<sup>[2]</sup>, que pode ser definida como um conjunto de nós, conectados entre si, um nó é um dispositivo capaz de emitir e/ou receber mensagens. A malha representa esta rede, onde os dispositivos de sensoriamento e atuadores assumem os papéis de nós e trocam mensagens entre si de forma padronizada.

## 1.2 Justificativa da escolha de Projeto Empreendedor

O autor fez a escolha pelo Projeto Empreendedor com o intuito de divulgar os projetos e objetivos da empresa da qual é sócio, uma vez que a empresa nasceu de um laboratório na UFSCar em que todos os sócios trabalhavam e, portanto, possui um vínculo muito forte com o meio universitário, além do intuito de aplicar e disseminar todo o conhecimento ganho e tecnologias estudadas dentro do cenário industrial brasileiro.

Outro motivo foi o domínio que o autor possui do projeto, que se encaixava no contexto de um trabalho de conclusão de curso, facilitando a escrita do projeto.

## 1.3 Organização da Monografia

A monografia está detalhada em mais 3 outros capítulos que discutem, respectivamente:

1. A empresa em si, a forma como foi criada, como se encaixa no mercado, em que segmento atua, sua organização e equipe;
2. O detalhamento sobre o produto, qual sua utilidade e campo de atuação, como foi construído seu projeto de desenvolvimento, mostrando as tecnologias utilizadas e a lógica de processo, os resultados obtidos, os quais detalham o *feedback* de uso do produto, e as dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento;
3. Por último, a conclusão do trabalho mostra a opinião final do autor sobre os resultados do desenvolvimento do projeto e a influência da empresa e do curso de graduação no projeto e vida do autor;



# CAPÍTULO 2: A Empresa

Neste capítulo são apresentados e discutidos todos os aspectos pertinentes à empresa, desde sua criação e objetivos, até seus projetos e produtos atuais, descritos nas seções seguintes.

## 2.1 Descrição da Empresa

A empresa HiTemp Soluções Tecnológicas, uma startup de base tecnológica<sup>[3]</sup>, foi fundada em janeiro de 2018 com sede na cidade de São Carlos – São Paulo por cinco sócios que constituem sua equipe até o presente. Atua nas áreas de análise de dados, aplicação de simulações e métodos numéricos para processos industriais, sensoriamento remoto via dispositivos IoT e desenvolvimento de sistemas supervisórios. Todas as áreas mencionadas se encaixam no escopo de indústria 4.0, que também contempla o objetivo da empresa, trazer as tecnologias desenvolvidas dentro da universidade para o setor industrial brasileiro.

## 2.2 Mercado

O mercado em que a empresa atua pode ser considerado o setor industrial produtor de *commodities*, mais especificamente mineradoras e produtores de carvão e aço, ou seja, desenvolvimento de *software* e *hardware* de automação para um mercado que representou 3,5% do PIB do Brasil em 2008<sup>[4]</sup>, referente a aproximadamente 60 bilhões de dólares, e que recebe investimentos pesados em inovação, principalmente do setor privado, que somou 234 milhões de dólares em 2010<sup>[3]</sup>. Entretanto, um grande número de concorrentes também estão presentes; nas áreas de sistemas supervisórios e análise dados estão presentes grandes multinacionais como a Siemens e Schneider Electric, assim como a Elipse, líder nacional, e na área de sensores e controladores remotos temos a Omega Engineering e Yokogawa representando as multinacionais e a Novus como concorrente nacional.

## 2.3 Missão da Empresa

A missão da empresa, desde sua fundação, foi definida como “Tornar os processos produtivos mais eficientes e sustentáveis por meio de tecnologias disruptivas”, sempre com

um ideal de mudança e quebra de paradigmas e com o objetivo de renovar a indústria brasileira, trazendo os conceitos de indústria 4.0 para dentro do país.

## 2.4 Motivação para a Criação da Empresa

A HiTemp nasceu como uma empresa de otimização de processos industriais por meio de simulações numéricas, motivada por uma demanda de mercado observada pelos sócios no período em que trabalhavam juntos em um laboratório na UFSCar, uma vez que várias das linhas de pesquisa possuíam interesse de indústrias. Os outros ramos de atuação também tiveram motivações baseadas em demandas de mercado, que apareceram depois da aproximação da empresa com seus clientes.

## 2.5 Perfil dos Sócios

Nesta seção estão descritos os perfis e cargos dos sócios que compõe a empresa.

- Pedro I. B. G. B. Pelissari: Formado em Física pela USP e Engenharia de Materiais pela UFSCar e tendo já finalizado seus mestrado e doutorado, assume a posição de CEO da empresa e responsável por toda parte matemática dos modelos utilizados para simulações numéricas.

- Carlos de Meo: Formado em Engenharia de Materiais pela UFSCar e mestre, é responsável pela área de vendas da empresa, assim como a utilização de softwares comerciais para otimização de processos.

- Denis P. Santos: Formado também em Engenharia de Materiais pela UFSCar e com seu mestrado em andamento, trata da área de análise de dados e métodos estatísticos, é também o CFO da empresa, responsável por toda a parte financeira.

- André G. R. da Rocha: Graduando em Sistema de Informação pela USP e autor do trabalho, desenvolve os softwares embarcados e é o CTO, encarregado de tudo que envolve TI, incluindo configuração de *firewalls*, criação e orquestração de *containers* e manutenção de nuvem.

- Gustavo Pinho: Formado em Física pela USP, é responsável pelo desenvolvimento de hardware da empresa.

## 2.6 Estrutura Organizacional

A equipe que compõe a empresa é formada apenas por seus cinco sócios, seus cargos e área de atuação estão detalhados na seção 2.5.

## 2.7 Histórico dos Projetos Desenvolvidos

O primeiro projeto da empresa, que é também sua primeira grande *milestone*, foi o desenvolvimento de um dispositivo de coleta de dados com oito canais, ou seja, oito sensores individuais, junto a uma ferramenta de otimização de paredes de fornos mufla (fornos laboratoriais pequenos). Esse projeto foi desenvolvido como parte da fase 1 do PIPE FAPESP (Pesquisa Inovativa em Pequena Empresas), que teve início em março de 2018, com duração de seis meses.

Dois outros projetos da empresa se iniciaram em janeiro de 2019 e terminaram em outubro de 2019, uma duração total de 10 meses, ambos são parte de um edital lançado pela empresa ArcelorMittal para otimização do processo de produção de carvão vegetal, foram selecionadas oito empresas que receberam subsídios financeiros para desenvolverem seus projetos durante os 10 meses.

O primeiro envolvia a HiTemp diretamente e é baseado no uso de simulações numéricas e análise de dados para a melhoria do processo. O segundo é um serviço prestado a outra empresa ganhadora do edital, a WB Suporte, e o projeto constituía em um sistema de controle remoto de maquinário, que pode ser considerado um projeto precursor ao apresentado neste trabalho.

Nosso projeto mais recente se iniciou em julho de 2019, fomos selecionados pela empresa Kinross num edital do MiningHub, um *hub* de inovação na área de mineração. O projeto, que ainda está em andamento, se baseia no desenvolvimento de um *software* para a gestão das atividades em barragens, com o objetivo de otimizar o processo e diminuir o consumo de papel.

Por último, temos o projeto discutido no Projeto Empreendedor I, que teve seu início em julho de 2018 como uma ferramenta de monitoramento IoT para fornos mufla.

# CAPÍTULO 3: O Produto

Este capítulo trata sobre as especificações do produto e os passos no seu projeto de desenvolvimento, logo, nas seções seguintes é feita uma descrição do produto, o detalhamento da comunicação entre os dispositivos da malha e o sistema supervisorio, os resultados obtidos com a implementação e as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto.

## 3.1. Descrição do produto

O produto é formado por vários pares de um dispositivo de sensoriamento de temperatura e um dispositivo atuador, conforme os dados de temperatura de dentro do biorredutor são coletados, eles são enviados ao dispositivo atuador, que julga se a válvula que permite a passagem de ar para dentro do forno deve ser aberta ou fechada. Este julgamento é baseado em um gráfico, chamado de curva de carbonização, composto por valores de temperatura por tempo, que determinam em qual temperatura o forno deve estar em dado instante de tempo.

Um dos pares de dispositivos são denominados concentradores de dados e, além de suas funções primárias de coletar temperatura e atuar na válvula, também são responsáveis por concentrar os dados provenientes dos outros pares e fazer a comunicação com o sistema supervisorio. Este último, por sua vez, é uma interface web hospedada em um computador na mesma rede local da malha, e permite a visualização dos dados de temperatura, estados das válvulas, controle manual das mesmas, caso necessário, e mudança nas curvas de carbonização.

Por fim, o dispositivo de sensoriamento de temperatura do par de concentradores de dados ainda possui uma função extra, funcionar como uma redundância de dados no caso de falhas do sistema, ou seja, ele armazena os dados de temperatura de todos dispositivos conforme estes são coletados em sua memória interna, no caso de alguma falha, os dados não são perdidos e podem ser recuperados por uma interface web hospedada no próprio dispositivo.

## 3.2. Descrição do Desenvolvimento do Produto

Nesta seção é detalhado o desenvolvimento do produto, que foi feito ao longo de seis meses, e seguiu um pequeno cronograma, apresentado na tabela 1.

Tarefas	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6
<b>Comunicação entre dispositivos</b>						
<b>Implementação do sistema supervisorio</b>						
<b>Interfaceamento entre malha e supervisorio</b>						
<b>Desenvolvimento de redundância de dados</b>						

Tabela 1: Cronograma

O desenvolvimento do produto do segue os princípios de metodologia ágil para desenvolvimento de software, mas não uma metodologia em específico, foram utilizados *sprints* de um mês de duração e as entregas foram feitas ao final de cada uma das tarefas presentes no cronograma.

A seções a seguir detalham cada umas das tarefas e as tecnologias utilizadas.

### 3.2.1. Comunicação entre dispositivos

O primeiro passo foi o a escolha da maneira como os dispositivos iram se comunicar, devido à baixa capacidade de processamento e memória dos microprocessadores envolvidos, foi escolhido um protocolo ponto-a-ponto<sup>[5]</sup>, ou seja, um protocolo que cria uma conexão dedicada entre dois dispositivos para que possam trocar informação, essa troca também é considerada *full-duplex*<sup>[6]</sup>, uma vez que a conexão criada permite aos dispositivos transmitir

e receber mensagens simultaneamente. O nome do protocolo utilizado não será exibido neste trabalho, pois expõe o microprocessador utilizado nos sistemas embarcados.

Outra característica da comunicação entre os dispositivos é que, seguindo o modelo OSI<sup>[7]</sup> (*Open Systems Interconnection*), ela utiliza apenas as duas primeiras camadas para a transmissão das mensagens, a camada física e a camada de enlace. O endereçamento das mensagens é feito pelo endereço MAC<sup>[8]</sup> dos microprocessadores e a transmissão é feita de forma sem-fio por Wi-Fi.

### **3.2.2. Implementação do sistema supervisório**

O segundo passo foi a escolha da interface com usuário e foi escolhido um *software open-source* chamado ScadaBR<sup>[9]</sup>, que consiste numa interface web hospedada localmente num computador utilizando o servidor Apache Tomcat<sup>[10]</sup>. A escolha desse *software* foi feita pela familiaridade que o cliente do projeto tinha com interfaces similares para visualização de dados.

A implementação do sistema supervisório consistiu na instalação do servidor e configuração da interface, permitindo a visualização em tempo real dos valores de temperatura coletados, estado e controle manual das válvulas e exportação de dados.

### **3.2.3. Interfaceamento entre malha e supervisório**

O terceiro passo foi habilitar a comunicação entre o sistema supervisório e os dispositivos concentradores de dados. Essa comunicação foi feita através de uma rede Wi-Fi local e utilizando um protocolo chamado MODBUS<sup>[11]</sup>, cuja escolha foi feita também pela familiaridade do cliente com o mesmo, entretanto, este é um protocolo antigo de comunicação com maquinário e que não permite a transmissão de mensagens muito complexas, mas bastante robusto e largamente utilizado na indústria.

O MODBUS é um protocolo de comunicação serial baseado em leitura e escrita de registradores e possui um número limitado de funções que podem ser aplicadas sobre estes registradores, logo, as informações, como os valores de temperatura, são quebradas e escritas

em registradores virtuais presentes nos concentradores de dados para que possam ser transmitidas para o supervisor e vice-versa.

### **3.2.3. Desenvolvimento de redundância de dados**

O quarto e último passo do desenvolvimento foi o desenvolvimento da lógica de redundância de dados. Devido ao ambiente hostil em que a malha de dispositivos e o sistema supervisor se encontram, ocorrem falhas frequentes dos sistemas em campo, logo, existe a necessidade de um armazenamento paralelo dos dados de temperatura para que os mesmos não sejam perdidos.

A solução foi, além do armazenamento feito pelo próprio sistema supervisor, armazenar também num dos dispositivos. A cada coleta, os dados são enviados ao dispositivo concentrador para serem escritos em um pequeno SD card externo e podem ser acessados através de um servidor web hospedado no microcontrolador, que também controla a deleção de arquivos presentes no SD card, o servidor só pode ser acessado dentro da rede local da malha.

## **3.3. Resultados Obtidos**

Após a implementação do projeto, foram feitos quatro meses de testes e os resultados foram satisfatórios, no início as válvulas eram acompanhadas pelos funcionários de campo para monitorar controle automático e prevenir acidentes com o forno, ao final dos testes foi possível verificar que o sistema atuava como deveria e não havia mais a necessidade do acompanhamento pelos funcionários.

Entretanto, os testes não foram ainda conclusivos em relação a produtividade dos fornos e mais teste estão em execução com um número maior de fornos de carbonização que devem durar mais um ano a partir da data deste trabalho, com o objetivo de gerar métricas e KPIs.

Do ponto de vista tecnológico, o produto se encaixa dentro da área de redes e, apesar de não representar o que há de mais novo em sistemas embarcados e redes, é um avanço considerável ao que existe atualmente na indústria brasileira. O uso de microcontroladores



permite que sejam extraídos mais dados do meio de produção e que haja um controle mais fino e inteligente sobre o processo, aonde antes era baseado apenas na experiência dos funcionários.

### **3.4. Dificuldades e Limitações**

Este projeto teve poucas dificuldades, desde a escrita do Projeto Empreendedor I, a experiência da empresa com sistemas embarcados cresceu muito, uma delas foi a utilização do protocolo MODBUS, por ser bastante robusto e utilizado a muito tempo, existe uma resistência a substituição do mesmo por protocolos mais novos, logo, a lógica de troca de mensagens teve de ser adequada a essa exigência. Outra dificuldade encontrada, levando em consideração que essa foi a primeira vez que a empresa passou por essa situação, foi a enorme burocracia para que os sistemas fossem instalados em campo, foram requisitados inúmeros documentos que não se sabia nem que existiam, principalmente na área de segurança do trabalho, o que gerou um atraso significativo após o desenvolvimento e foi a maior lição aprendida durante o projeto.

Em relação a limitações, o projeto como um todo ainda é bastante limitado no que diz respeito ao processo de carbonização, os testes ainda irão se estender por bastante tempo e ajustes terão de ser feitos para que haja um efeito significativo na produtividade do forno, por exemplo, foi levado em consideração apenas os valores de temperatura na atuação das válvulas, talvez existam outras variáveis que também deverão ser contabilizados para que o processo de atuação inteligente tenha um impacto significativo.

# **CAPÍTULO 4: CONCLUSÃO**

Ao final da instalação do sistema e levando em consideração o desempenho dos dispositivos em operação, conclui-se que o produto atua de maneira eficiente, que atende aos requisitos propostos e, apesar de não termos ainda o real impacto do sistema na produtividade do forno, ele atingiu os objetivos propostos.

Cabe destacar também algumas considerações e contribuições que o desenvolvimento do produto teve sobre a empresa e o autor, assim como o papel do curso de graduação, detalhados nas seções abaixo.

## **4.1. Contribuições**

A grande contribuição do desenvolvimento do produto foi o aprendizado proveniente das dificuldades encontradas, principalmente em termos de conhecimento das tecnologias existentes e como elas devem ser implementadas, e como funcionam as interações cliente e fornecedor na área industrial.

Outra contribuição valiosa foi na área de gestão de projetos e o quão fundamental é a necessidade de organização durante um desenvolvimento, isso não só se refletiu ao longo do desenvolvimento deste projeto, mas também na gestão da empresa como um todo, proporcionando escalabilidade ao nosso trabalho.

Por último, a criação da empresa em si foi um divisor de águas para o autor, proporcionando uma quebra de paradigma na sua forma de raciocinar e enxergar o mundo, assim como a realidade do âmbito empresarial.

## **4.2. Considerações sobre o Curso de Graduação**

O curso de graduação contribuiu muito com a lógica de programação, resolução de problemas e raciocínio lógico, como também a disseminação da existência de diferentes tecnologias e teorias usadas na computação, construindo uma fundação teórica muito robusta.

Entretanto, apesar do Bacharelado em Sistemas de Informação possuir uma boa base de ensino prático, com estudos de caso e aplicações práticas, ainda não é o suficiente para preparar o aluno para a realidade empresarial, uma vez que não é possível prever as distorções que os conceitos aprendidos sofrem quando aplicados em diferentes contextos.

Uma sugestão é usar uma abordagem mais flexível dos conceitos e técnicas ensinados, ao invés de ficar preso a *templates* e modelos. Esta foi uma sugestão que se aplica mais as matérias voltadas para mercado de trabalho e empreendedorismo, mas de qualquer maneira o curso possui uma base bastante sólida em todos os aspectos.

### **4.3. Relacionamento entre o Curso, a Empresa e o Produto apresentado**

O curso de graduação contribuiu pouco para a criação da empresa, uma vez que os sócios se conheceram trabalhando juntos em um laboratório na UFSCar. Entretanto, várias matérias contribuíram para o crescimento da empresa, como empreendedorismo, modelagem da organização e gestão de projetos.

Em relação ao produto, todas as disciplinas básicas contribuíram, criando uma base de fundamento teórico que permite entender e manipular as tecnologias necessárias para a criação de qualquer *software*. Em especial, as disciplinas de introdução à ciência da computação, orientação à objeto, redes, sistemas operacionais e banco de dados tem um maior peso por estarem relacionadas diretamente ao desenvolvimento do produto.

# REFERÊNCIAS

- [1]: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil. 2015. Disponível em:  
[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Carvao\\_Vegetal\\_WEB\\_02102015\\_10225.PDF](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Carvao_Vegetal_WEB_02102015_10225.PDF). Acesso em: 15 jul. 2020
- [2]: Forouzan, Behrouz A. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Quarta Edição. 2010. p. 7.
- [3]: BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Portaria n. 5894, de 13 de novembro de 2018. Diário Oficial de União, edição 219, seção 1, página 6.
- [4]: Belluzzo, Luiz G. de M; Frischtak, Cláudio R; Laplane, Mariano. Produção de Commodities e Desenvolvimento Econômico. 2014. p. 83, p 94-95. Disponível em:  
[https://www.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Producao\\_de\\_Commodities\\_e\\_Deenvolvimento\\_Economico.pdf](https://www.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/Producao_de_Commodities_e_Deenvolvimento_Economico.pdf). Acesso em: 15 jul. 2020
- [5]: Forouzan, Behrouz A. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Quarta Edição. 2010. p. 8.
- [6]: Forouzan, Behrouz A. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Quarta Edição. 2010. p. 7.
- [7]: Forouzan, Behrouz A. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Quarta Edição. 2010. p. 29.
- [8]: Forouzan, Behrouz A. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Quarta Edição. 2010. p. 397.
- [9]: Disponível em: <http://www.scadabr.com.br/>. Acesso em: 15 nov. 2020
- [10]: Disponível em: <http://tomcat.apache.org/>. Acesso em: 15 jul. 2020

[11]: MODBUS Application Protocol Specification V1.1b3, 2012. Disponível em:  
[https://modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf). Acesso em: 15 jul.  
2020