

**UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**OTIMIZAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO E ELEMENTOS DE CONTROLE DE  
CALDEIRA AQUATUBULAR MONODRUM**

**LUIZ PAULO ARAUJO DA SILVA**

**Orientador: Prof. Esp. DANIEL FERNANDO DA SILVA**

**Monografia apresentada à Faculdade de  
Engenharia Mecânica da UniRV –  
Universidade de Rio Verde como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Bacharel.**

**RIO VERDE - GOIÁS**

**2015**

**UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**OTIMIZAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO E ELEMENTOS DE CONTROLE DE  
CALDEIRA AQUATUBULAR MONODRUM**

**LUIZ PAULO ARAUJO DA SILVA**

**Orientador: Prof. Esp. DANIEL FERNANDO DA SILVA**

**Monografia apresentada à Faculdade de  
Engenharia Mecânica da UniRV –  
Universidade de Rio Verde como parte das  
exigências para obtenção do título de  
Bacharel.**

**RIO VERDE - GOIÁS**

**2015**

**UniRV UNIVERSIDADE DE RIO VERDE  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**OTIMIZAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO E ELEMENTOS DE CONTROLE DE  
CALDEIRA AQUATUBULAR MONODRUM**

**LUIZ PAULO ARAUJO DA SILVA**

Esta monografia foi julgada adequada para a obtenção do grau de **BACHAREL EM ENGENHARIA MECÂNICA** e aprovada em sua forma final.

---

**Prof. Esp. Daniel Fernando Da Silva**  
**Orientador**

Banca Examinadora:

---

**Prof. Diogo Batista Fernandes**

**Prof. Ms. Alex Anderson de Oliveira**

---

**Prof. Dr. Warley Pereira Augusto**  
**Diretor da Faculdade de Engenharia Mecânica**

**RIO VERDE - GO**

**2015**

## **DEDICATÓRIA**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado paciência e persistência nessa jornada da minha vida.

Dedico esta monografia aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado me ajudando, ao meu orientador e aos meus professores por dividirem o grande conhecimento deles comigo. Obrigado por tudo!

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer principalmente a Deus, o nosso grande senhor, que sempre se mantém presente para nós.

Agradecimento especial a minha mãe, Elza Batista Araujo Da Silva, mulher dedicada e humilde, ao meu pai, Francisco Ferreira Da Silva, homem honesto e trabalhador, ao meu irmão, Maxuel Araujo Da Silva, que sempre me manteve focado nos meus estudos, e também as novas amizades que foram criadas durante esse período de faculdade.

## RESUMO

SILVA, Luiz Paulo Araujo. **Otimização da instrumentação e elementos de controle de caldeira aquatubular monodrum**. 2015. 36f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - UniRV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2015<sup>1</sup>.

Este trabalho tem como objetivo demonstrar os benefícios obtidos com uma boa instrumentação e o controle eficaz da operação de uma caldeira, dentro desta operação pode-se destacar: principais equipamentos e suas funções, controle e instrumentação. Caldeira é o nome dado aos equipamentos geradores de vapor, a qual sua aplicação vem sendo cada vez mais procurada para o uso do meio industrial e também na geração de energia, assim chamadas termoelétrica, tem grande ressaltado em usinas que fabricam álcool, devido a grande necessidade de eles precisarem do vapor de baixa pressão que sai do rejeito da turbina, em particular, vapor de água pela a sua abundância, vapor este que é utilizado no processo industriais dos mais variados tipos, e retorna na forma de condensado, assim mantendo um circuito fechado com baixas perdas. As caldeiras representam um grande gasto de capital, principalmente as de uso industriais, que precisam gerar vapor superaquecido para o acionamento deste tipo de eixos da turbina, e conseqüentemente a geração de energia elétrica. Portanto, o presente projeto tem com função principal o monitoramento, gerenciamento, controle e uma operação eficaz de uma caldeira, diminuindo perdas de carga no processo, riscos de explosões e lucratividade.

## PALAVRAS-CHAVE

Caldeira, Operação, instrumentação, Controle, Temperatura.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Esp. Daniel Fernando Da Silva - UniRV.

## ABSTRACT

SILVA, Luiz Paulo Araujo. **Optimization of boiler instrumentation and control elements water-tube monodrum**. 2015. 36f. Monograph (Degrees in Mechanical Engineering) - UniRV - University of Rio Verde, Rio Verde, 2015<sup>2</sup>.

This paper aims to demonstrate the benefits obtained with a good instrumentation and effective control of the operation of a boiler, within this operation can be highlighted: major equipment and its functions, control and instrumentation. Boiler is the name given to steam generating equipment, which your application is being increasingly sought after for use in the industrial environment and too in power generation, thermoelectric so called, has great rebound in plants that manufacture alcohol, because of the large they require the need for low pressure vapor leaving the turbine the waste, in particular water vapor by its abundance, this steam which is used in industry processes of various types, and returns as condensed, thereby maintaining a closed circuit with low losses. The boilers represent a major capital expenditure, mainly for industry use, which need to generate superheated steam to drive this kind of axis of the turbine and thus generate electricity. Therefore, this project has with main function monitoring, management, control and effective operation of a boiler, reducing pressure losses in the process, bursts of risks and profitability.

## KEYWORDS

Boiler, Operation, Instrumentation, Control, Temperature.

---

<sup>2</sup> Advisor: Prof. Esp. Daniel Fernando Da Silva - UniRV.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma fabricação da desmi .....	11
FIGURA 2 – Fluxograma de água de alimentação.....	13
FIGURA 3 – Fluxograma transformação de água/vapor superaquecido .....	15
FIGURA 4 – Fluxograma combustível, ar e gases.....	18
FIGURA 5 – Esquema pré-aquecedor de ar.....	21
FIGURA 6 – Fluxograma geral do sistema de controle .....	23
FIGURA 7 – Principais componentes do tubulão .....	24
FIGURA 8 – Tubulão de vapor .....	25
FIGURA 9 – Visor de nível plano com três seções.....	26
FIGURA 10 – Transmissor de pressão diferencial.....	27
FIGURA 11 – Válvula de controle.....	27
FIGURA 12 – Válvula de segurança.....	28
FIGURA 13 – Termopar .....	29
FIGURA 14 – Controle temperatura de saída .....	30
FIGURA 15 – Fluxograma do dessuperaquecedor.....	30
FIGURA 16 – Soprador de fuligem .....	31
FIGURA 17 – Esquema pré-aquecedor de ar em tempo real .....	32
FIGURA 18 – Relação entre vapor e pressão.. ..	32
FIGURA 19 – Relação entre o controle do nível é água de alimentação.....	33
FIGURA 20 – Relação temperatura água alimentação é consumo de bagaço.. ..	34

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. DESENVOLVIMENTO.....	11
2.1 Captação de água .....	11
2.1.1 Categorias das caldeias .....	12
2.1.2 Geradoras de vapor .....	12
2.1.3 Geração de vapor para turbinas.....	15
2.2 Combustão da caldeira.....	17
2.2.1 Controle de combustão de combustível sólido .....	20
2.2.2 Medição e controle da vazão do ar de combustão .....	21
2.3 Conceitos de instrumentação e controle de processos .....	22
2.3.1 Sistema de controle .....	22
2.4 Nível em caldeiras.....	24
2.4.1 Controle de nível.....	26
2.5 Sistemas de segurança.....	28
2.6 Controles de temperatura .....	29
2.7 Otimização da instrumentação e elementos de controle .....	31
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
REFERÊNCIAS .....	36