

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

EDUARDO ARAUJO DE SOUZA

**CONTROLE DE ACESSO EM BALANÇA RODOVIÁRIA DE
CAMINHÕES TRANSPORTADORES DE MATÉRIA PRIMA PARA
INDÚSTRIA CIMENTEIRA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2019

EDUARDO ARAUJO DE SOUZA

**CONTROLE DE ACESSO EM BALANÇA RODOVIÁRIA DE
CAMINHÕES TRANSPORTADORES DE MATÉRIA PRIMA PARA
INDÚSTRIA CIMENTEIRA**

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Automação Industrial, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Valmir de Oliveira

CURITIBA
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba



Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso de Especialização em Automação Industrial

TERMO DE APROVAÇÃO

CONTROLE DE ACESSO EM BALANÇA RODOVIÁRIA DE CAMINHÕES
TRANSPORTADORES DE MATÉRIA PRIMA PARA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

por

EDUARDO ARAUJO DE SOUZA

Esta monografia foi apresentada em 05 de Dezembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Valmir de Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas
Membro titular

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores do curso de especialização em automação industrial que dividiram seus conhecimentos e colaboraram para a construção do presente trabalho em especial meu orientador Prof. Dr. Valmir de Oliveira, pelo conhecimento compartilhado.

Aos meus familiares pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus colegas de sala.

Enfim, a todos os que de alguma forma colaboraram para a realização desta monografia.

Para acompanhar a alta velocidade da tecnologia; precisamos atualizar a cabeça todo dia, com três palavras: aprender, atualizar e adaptar. (VIEIRA, Delson Jacinto)

RESUMO

SOUZA, Eduardo Araujo. **Controle de acesso em balança rodoviária de caminhões transportadores de matéria prima para indústria cimenteira**. 2019. 36 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

A indústria cimenteira em geral utiliza o calcário como principal matéria prima no processo produtivo do cimento, para tanto existem jazidas do minério que são exploradas para a obtenção desse material, após a extração do calcário a matéria prima deve chegar às fabricas para processamento, e exatamente nesse ponto onde o presente trabalho realizará o estudo para implementar o controle de acesso da matéria prima à indústria, visando sanar problemas como, divergências em estoque do produto, redução de calibração das balanças rodoviárias e melhor controle para os pagamentos aos fornecedores logísticos. A automação será realizada na identificação dos caminhões ao adentrar à balança rodoviária da fábrica, onde atualmente a identificação dos caminhões é feita de forma manual e sujeita a falhas humanas, podendo ocasionar prejuízos financeiros a companhia e paradas de equipamentos. A portaria onde a matéria prima acessa a companhia atualmente conta com uma balança rodoviária que está interligada ao sistema gerencial da empresa e envia os dados de peso de forma automática, e para fazer a identificação automática dos caminhões o estudo sugere a identificação por rádio frequência RFID, uma tecnologia bastante utilizada em rodovias e controle de acesso à estacionamento privados e pode ser perfeitamente adicionada a estrutura atual utilizada pela empresa, onde surgiu a demanda para o estudo.

Palavras-chave: Automação. Rádio frequência. RFID. Leitor de dados. Balança rodoviária.

ABSTRACT

SOUZA, Eduardo Araujo. **Road-scale access control of raw material transport trucks for the cement industry.** 2019. 36 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

The cement industry generally uses limestone as the main raw material in the cement production process, for this purpose there are ore deposits that are explored to obtain limestone, after the limestone extraction the raw material must reach the factories for processing, and exactly At this point where the present work will carry out the study to implement the control of access of raw material to the industry, aiming to remedy problems such as divergences in product stock, reduction of calibration of road scales and better control for payments to logistics suppliers. The automation will be performed in the identification of trucks when entering the road scale of the factory, where currently the identification of trucks is done manually and subject to human failures, which may cause financial losses to the company and equipment shutdowns. The ordinance where the raw material accesses the company currently has a road scale that is linked to the company's management system and sends the weight data automatically, and to make the trucks automatic identification, the study suggests RFID radio frequency identification. , a technology widely used in highways and private parking access control and can be perfectly added to the current structure used by the company, where the demand for the study arose.

Keywords: Automation. Radio frequency. RFID. Data reader. Road scale.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistemas básico de RFID.....	13
Figura 2 - Faixas de frequência de operação das antenas	13
Figura 3 - Modelos de Etiquetas RFID	14
Figura 4 - Exemplo de leitor RFID	15
Figura 5 - Propagação da onda em uma antena circular	17
Figura 6 - Propagação horizontal em uma antena linear.....	17
Figura 7 - Propagação vertical em uma antena linear.....	17
Figura 8 - Exemplo clássico de balança rodoviária	23
Figura 9 - Módulos de pesagem IND 560.....	24
Figura 10 - Placa de comunicação TCP/IP.....	25
Figura 11 - Leitor Acura EDGE-30R.....	26
Figura 12 - Placa de interface e comunicação TCP/IP.....	27
Figura 13 - Conexões de rede da placa de comunicação	28
Figura 14 - Componentes da etiqueta T-5C M4e	29
Figura 15 - Dimensões da etiqueta T-5C M4e.....	29
Figura 16 - Fluxograma de processo atual.....	32
Figura 17 - Fluxograma de processo futuro	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Palavras chaves de comunicação.....	30
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADVPL	<i>Advanced Protheus Language</i> – Linguagem Avançada Protheus
ARPA	<i>Advanced Research Projects Agency</i> – Agência de Projetos de Pesquisa Avançada
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i> – Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação
CI	Circuito Integrado
CLP	Controlador Lógico Programável
DOD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> – Planejamento de Recursos Empresariais
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i> – Linguagem de Marcação de Hipertexto
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i> – Institutos de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IP	<i>Internet Protocol</i> – Protocolo de Internet
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i> – Organização Internacional de Padronização
Mbps	Mega bits por segundo
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
PCI	Placa de Circuito Impresso
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> – Identificação por radiofrequência
SI	Sistema Internacional
SRI	<i>Stanford Research Institute</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> – Protocolo para Controle de Transmissão
UCLA	<i>University of California, Los Angeles</i>
UCSB	<i>University of California, Santa Barbara</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i> - Ultra Alta Frequência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	10
1.2 PROBLEMA	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 OBJETIVO GERAL	10
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 DETECÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA	12
2.2 SISTEMAS DE DETECÇÃO RFID	12
2.2.1 Etiqueta RFID	13
2.2.2 Leitor de Dados	15
2.2.3 Antena	16
2.3 REDES DE COMUNICAÇÃO	18
2.3.1 Internet	18
2.3.2 Ethernet TCP/IP	19
2.4 SISTEMAS DE GESTÃO EMPRESARIAL	20
2.5 BALANÇAS RODOVIÁRIAS	20
3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPLEMENTARES	22
3.1 ERP TOTVS PROTHEUS	22
3.2 BALANÇA IND 560	23
3.2.1 Características Específicas IND 560	24
3.2.2 Palavra de Comunicação	25
3.3 EQUIPAMENTO DE IDENTIFICAÇÃO RFID EDGE-30R	26
3.3.1 Conexões Elétricas do Leitor EDGE-30R.....	27
3.3.2 Etiqueta de Identificação	28
3.3.3 Comunicação de Dados	29
4 RESULTADOS	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A indústria cimenteira em geral utiliza várias matérias primas em seu processo produtivo, tais como, argila, calcário, gesso, minério de ferro, entre outras. Uma cimenteira localizada na região metropolitana de Curitiba faz uso de transporte rodoviário para transferência da matéria prima, calcário, entre a planta de extração (mineração) até a planta de processamento (fábrica).

O transporte é realizado por carretas de empresas terceirizadas e para o controle de pagamento às empresas e estoque de matéria prima, os caminhões passam por uma balança rodoviária na entrada da fábrica para pesagem.

1.2 PROBLEMA

A identificação dos caminhões na balança é feita de forma manual, cada caminhão tem um número cadastrado no sistema e o operador de balança faz o registro de forma manual no sistema de gestão da empresa. O problema nessa operação é a ocorrência de falha humana no registro de caminhões.

1.3 JUSTIFICATIVA

O tema refere-se ao alto consumo de calcário para a produção do cimento, devido a matéria prima ter a maior porcentagem na composição do produto. O consumo diário de calcário é de aproximadamente oito mil toneladas e para atender a demanda, o fluxo de caminhões que fazem o transporte é alto e o controle de estoque deve ser adequadamente gerenciado para não ocorrer falta de matéria prima para a produção com prejuízos financeiros à companhia e a seus parceiros ou por erros em pagamentos referentes ao transporte.

1.4 OBJETIVO GERAL

A operação atual do sistema de controle de acesso demonstra alguns pontos de vulnerabilidade a falhas e fraudes, para minimizar as falhas será efetuado um

estudo para automatizar a identificação dos caminhões através de sistema integrado à gestão da empresa.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A automação para identificação dos caminhões pode ser feita de diferentes formas, por exemplo, usando sistema de visão ou etiquetas (*Radio Frequency Identification* – RFID). A tecnologia escolhida para esse estudo foi a de etiquetas RFID (Identificação por Radiofrequência), este método de identificação vem sendo utilizado em larga escala para cobranças automáticas em pedágios e estacionamento de *shopping centers* entre outros locais.

O estudo prevê a especificação de um equipamento de detecção que em conjunto com os equipamentos já utilizados na planta, possam automatizar a identificação de caminhões durante o acesso a empresa, para possível implementação futura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DETECÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA

Existem diversas formas de identificar um objeto, equipamento ou o que mais se possa imaginar, a identificação pode ter diversas finalidades como controle de estoque, cobrança, controle de fraudes entre outros motivos. A evolução da tecnologia implicou na necessidade de digitalização das informações e na transformação de dados físicos em dados digitais, como exemplo, um veículo produzido por uma indústria, não pode ficar armazenado em um pátio apenas com suas características físicas em uma determinada vaga sem que o sistema gerencial da indústria também possua essas informações para rastreabilidade.

A história da radiofrequência começou com as descobertas de Michael Faraday em relação a indutância elétrica no século XIX e isso só foi possível devido aos avanços no estudo do eletromagnetismo feitos por James Clerk Maxwell e experimentos criados por Heinrich Rudolf Hertz onde foi possível confirmar as teorias de Faraday e Maxwell (GLOVER; BHATT, 2007).

A demanda por rastreabilidade trouxe o desenvolvimento de técnicas de identificação como etiquetas, código de barras, etiquetas RFID – identificação por radiofrequência, entre outras tecnologias. E é a respeito das etiquetas RFID, que vêm sendo utilizadas em larga escala atualmente, que o presente capítulo vai trazer mais informações.

2.2 SISTEMAS DE DETECÇÃO RFID

A tecnologia RFID é uma tecnologia utilizada para a detecção e identificação automática de um objeto. Um sistema de RFID básico consiste em três componentes: etiqueta, leitor e antenas, conforme mostra a Figura 1 (VILLAR *et al.*, 2011).

Figura 1 - Sistemas básico de RFID

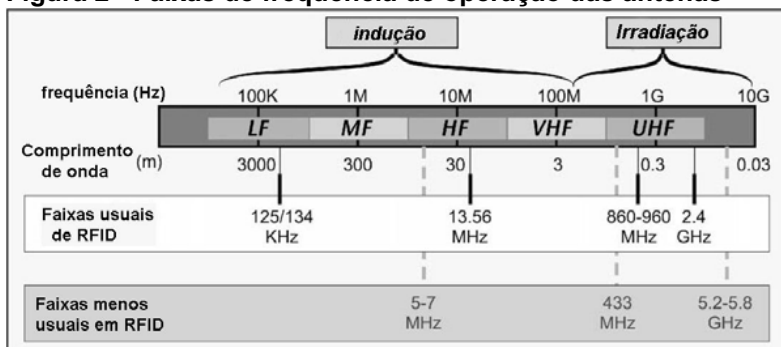


Fonte: Autoria própria.

O sistema funciona basicamente com um leitor que envia o comando de leitura e através da antena é irradiada a radiofrequência, quando essa radiofrequência encontra a etiqueta RFID, que consiste em um *transponder*, formado por circuito integrado e antena, provoca a ativação da RFID, a qual emite sinal para a antena do sistema de leitura.

A Figura 2 mostra uma banda do espectro de radiofrequência e as faixas, utilizadas para sistemas RFID.

Figura 2 - Faixas de frequência de operação das antenas



Fonte: Villar *et al.* (2011).

2.2.1 Etiqueta RFID

A etiqueta também conhecida por *tag*, é responsável por anexar informações físicas de um objeto ou qualquer coisa que se deseja identificar, podendo ser até mesmo seres vivos, como no caso de bovinos, e fornecer os dados quando são solicitados.

A etiqueta é basicamente composta por um CI (Circuito Integrado) conectado a uma micro antena, sendo as duas partes mais impactantes no funcionamento dela. O CI é dotado de uma memória para armazenar dados e pequenos processamentos lógicos (VILLAR *et al.*, 2011).

A memória da etiqueta define também como será o processo de gravação e leitura dos dados, podendo ser:

- Somente leitura: Uma numeração definida durante a fabricação;
- Uma gravação e várias leituras: O usuário faz a gravação de dados customizados e posteriormente as leituras.
- Gravações e leituras: Flexibilidade de inúmeras gravações e leituras indicado para etiquetas reutilizáveis.

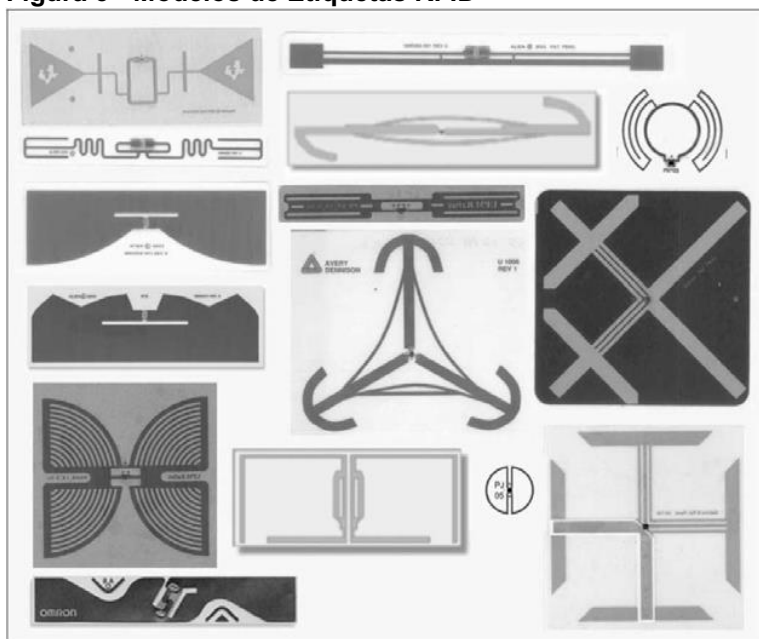
A memória impacta significativamente no valor da etiqueta, sendo as com gravações e leituras flexíveis, as mais caras devido a maior capacidade de memória e processamento (VILLAR *et al.*, 2011).

A antena opera como um acoplador ao meio externo recebendo e transmitindo as ondas vindas da antena fixa do sistema responsável pela interface com o leitor. Localizada na etiqueta é também quem ativa o processamento do CI fornecendo energia para a etiqueta.

A antena pode ser dividida em três tipos, sendo a de baixa frequência, a de alta frequência e a de ultra frequência, os quais afetam diretamente no formato da etiqueta, que pode ser circular, reta ou retangular.

Na Figura 3, são mostrados alguns modelos de etiquetas de RFID. Ainda na Figura 3, percebe-se a variedade de formatos de antena.

Figura 3 - Modelos de Etiquetas RFID



Fonte: Villar *et al.* (2011).

A etiqueta também pode ser classificada quanto a fonte de energia e funcionalidade e são divididas em 3 classes:

- Passivas: Não possuem bateria interna e precisam estar dentro do campo de atuação da antena que está ligada ao leitor;
- Semi-passivas: Possuem baterias para ativar o CI de processamento, mas dependem da antena do leitor para transmitir dados.
- Ativas: Possuem bateria e transmissor internos e com isso são capazes de operar sem a antena do leitor, com isso podem enviar dados mesmo sem a solicitação direta do leitor.

2.2.2 Leitor de Dados

O leitor é o equipamento responsável pelo controle de todo o processo de detecção por etiqueta RFID, as funções vão desde a interface com o sistema de gestão da empresa até a geração das ondas de radiofrequência e comandos de leitura e escrita. A Figura 4 mostra um modelo de leitor de RFID.

Figura 4 - Exemplo de leitor RFID



Fonte: Autoria própria¹.

Para melhor compreensão os leitores, novamente apresentado na Figura 4, possuem as características abaixo:

- Alimentação externa, que pode ser uma fonte de energia ligada a ponto elétrico ou uma bateria;

¹ Fonte: **Leitor RFID IDRO**. Disponível em: <<http://idro.koreasme.com/fixed-uhf-rfid-reader-4-channel.html>>. Acesso em: 20 out. 2019.

- Transmissor de sinais para ondas de radiofrequência;
- Placas eletrônicas capazes de gerar a modulação, frequência e amplitudes para os sinais a serem transmitidos; codificação e decodificação das informações para serem transferidas para camadas superiores de processamento;
- Transferência dos sinais até a antena através de cabo coaxial;
- De comunicação com o meio externo como computadores utilizando protocolos de redes a escolha do usuário para assim fazer o processamento da informação já com a linguagem de máquina padronizada (VILLAR *et al.*, 2011).

Os leitores são divididos em três tipos diferentes quanto a característica construtiva e mobilidade sendo eles: portátil, posição fixa e embarcado ou embutido.

Os tipos são bastante sugestivos quanto ao funcionamento dos leitores, onde o portátil possui tamanho reduzido e pode ser utilizado pelo usuário para leitura do objeto no seu local de origem. O leitor de posição fixa é utilizado em pontos estratégicos por onde os objetos obrigatoriamente passam e são identificados.

Já os leitores embarcados e ou embutidos normalmente são provenientes de soluções customizadas, nas quais o cliente compacta o leitor junto a outro equipamento da linha de produção por exemplo.

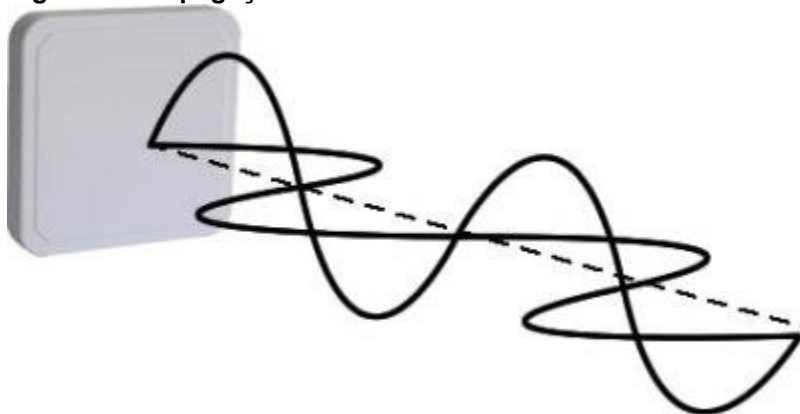
2.2.3 Antena

A antena é o equipamento de interface entre o leitor e a etiqueta, responsável pela emissão do sinal de radiofrequência vindo do leitor e pela percepção do sinal de resposta emitido pela etiqueta. A antena utilizada para os sistemas de detecção RFID são comumente de dois tipos: a) antena circular; e b) antena linear.

A antena circular possui propagação da onda na horizontal e vertical e isso confere a característica de flexibilidade à posição da etiqueta, ou seja, o objeto não necessita estar em uma posição pré-definida para a correta detecção, porém possui menor alcance de sinal (BOALIM, 2015).

A Figura 5 esquematiza a propagação por uma antena circular, mas a condição fundamental consiste em haver rotação do campo elétrico - polarização, o que permite a comunicação com a etiqueta em diferentes posições.

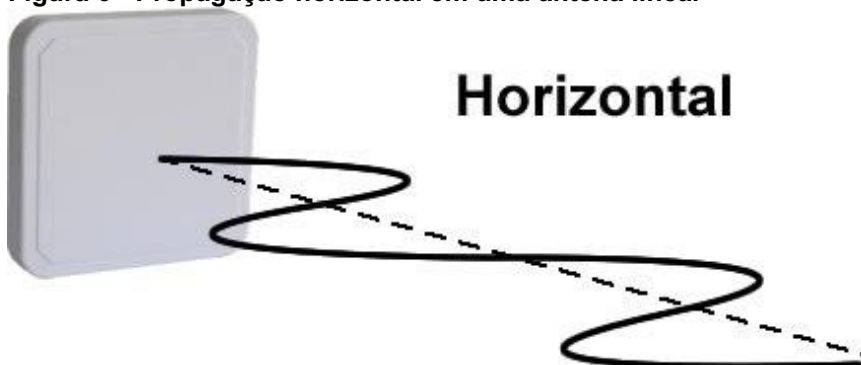
Figura 5 - Propagação da onda em uma antena circular



Fonte: Boalim (2015).

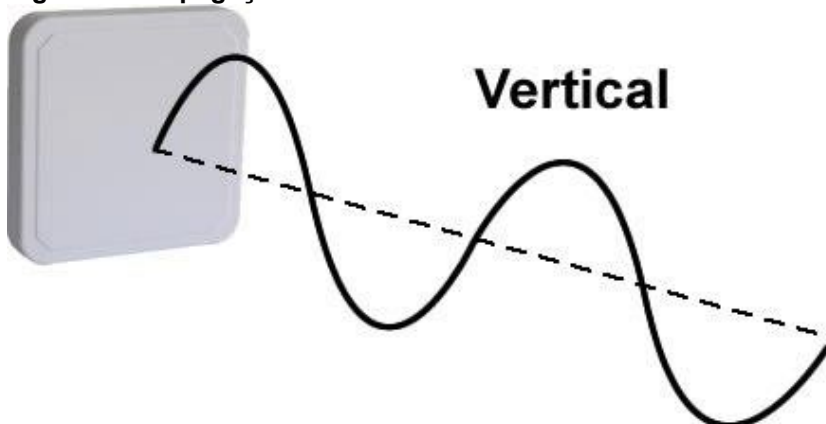
A antena do tipo linear conta com maior alcance de sinal, porém sua aplicação é recomendada em situações em que o objeto tem uma mesma orientação sempre, devido a propagação da onda ser somente na horizontal ou vertical (BOALIM, 2015). A Figuras 6 e 7 mostram respectivamente antenas com polarização horizontal e vertical, sempre correlacionadas à posição do campo elétrico.

Figura 6 - Propagação horizontal em uma antena linear



Fonte: Boalim (2015).

Figura 7 - Propagação vertical em uma antena linear



Fonte: Boalim (2015).

2.3 REDES DE COMUNICAÇÃO

O mundo globalizado deve muito às redes de comunicação. O acesso à informação, o compartilhamento de dados, a comunicação em tempo real entre outras coisas são os grandes benefícios de uma rede de comunicação, uma vez que trouxeram para as pessoas e empresas agilidade em suas atividades diárias.

O modo de comunicação seja entre indivíduos, entre equipamentos ou entre indivíduos e equipamentos está mudando a maneira pela qual se faz negócios e como se vive. As tomadas de decisões na vida e no mundo dos negócios têm de ser tomadas cada vez mais rápidas e têm de ser assertivas, dessa forma as empresas e as pessoas precisam obter acesso rápido as informações. Os avanços tecnológicos vêm deixando mais transparente essa comunicação e pode-se resumir essas trocas de informações pelo termo “telecomunicação” (*tele*, em grego, quer dizer “distante”), ou seja, comunicação à distância (REZENDE, 2005).

2.3.1 Internet

A telecomunicação é possível a partir de um meio de comunicação que conecta as duas pontas interessadas, para tanto existem as redes de comunicação que nada mais são que dispositivos de comunicação conectados entre si, como telefones, *smartphones*, computadores e periféricos. Uma internet (i minúsculo) são duas ou mais redes que são capazes de comunicar entre si. A rede internet mais conhecida e utilizada no mundo é a Internet (agora com I maiúsculo) que é resultado de centenas de milhares de redes interconectadas (REZENDE, 2005).

A Internet surgiu em 1969, após longos anos de desenvolvimento, ao verificar-se a necessidade de conectar computadores de diferentes marcas e localidades para o compartilhamento de dados, esse estudo foi alavancado pela *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) que percebeu a necessidade de conectar os computadores dos pesquisadores da instituição por eles subsidiados para evitar trabalhos redundantes e conseqüentemente custos. Em 1969, a ARPANET era uma realidade sendo uma rede de quatro nós que conectavam a *University of California, Los Angeles* (UCLA), *University of California, Santa Barbara* (UCSB), *Stanford Research Institute* (SRI) e a

University of Utah. A ARPANET utilizava o protocolo de controle de redes (NCP) para prover a comunicação entre os *hosts* (FOROUZAN, 2007).

2.3.2 Ethernet TCP/IP

A Ethernet é o meio físico mais usado para uma rede internet, é fruto de um projeto desenvolvido pelas empresas Xerox, Intel e DEC, nos meados da década de 70. A partir de sua invenção a rede foi normalizada pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (*Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE*) norma IEEE 802.3 e pela *International Organization for Standardization* (ISO) norma ISO 8802-3, assim trazendo suporte para a utilizada em larga escala e tendo aceitação quase universal se tornando a rede mais utilizada no mundo. Desenvolvida para redes locais atualmente estende-se para outras áreas, uma vez que grande parte do tráfego da Internet tem origem e/ou destino em redes Ethernet. O principal fator para o uso em larga escala é o custo de implantação e oferta de equipamentos com conexão à esta rede (BOAVIDA, 2012).

A Ethernet abordada anteriormente é o meio físico de transporte de dados, que necessita de uma linguagem padrão para compor o pacote de dados transportado, chegando ao destino, o equipamento destinatário interpreta a informação e vice-versa. O TCP/IP teve origem logo após o nascimento da ARPANET e foi desenvolvido em 1972, por dois integrantes do grupo que trabalharam na criação da ARPANET, chamados Vint Cerf e Bob Kahn, e em 1973 descreveram o protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) em um artigo onde traziam os conceitos de encapsulamento, datagrama e outras funções para o transporte de pacotes de uma ponta a outra.

O protocolo foi posteriormente dividido por autoridades no assunto em dois protocolos, o TCP (*Transmission Control Protocol*) e o IP (*Internet Protocol*) ficando IP com a função de baixo nível e o TCP com funções de mais alto nível, assim ficaram conhecidos como protocolo TCP/IP (BOAVIDA, 2012).

2.4 SISTEMAS DE GESTÃO EMPRESARIAL

Os sistemas de gestão empresarial, também conhecidos como ERP (*Enterprise Resources Planning*) em tradução livre, significam planejamento de recursos da corporação. Esses sistemas têm como objetivo suportar todas as necessidades de informações para tomada de decisões gerenciais de um empreendimento. As diversas aplicações para os sistemas de gestão em vários setores das corporações como, recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, entre outros, trouxeram vantagens e ganhos na gestão uma vez que os dados estão disponíveis em uma mesma plataforma para serem processados e utilizados para a tomada de decisão (MESQUITA, 2000).

A primeira impressão em relação aos sistemas ERP é a de que solucionam todos os problemas de uma empresa, mas como todo e qualquer software, somente executam as tarefas para as quais foram programados, logo existe a necessidade da customização dos sistemas de empresa para empresa e, muitas vezes, da nacionalização de determinado sistema uma vez que vários desenvolvedores são estrangeiros.

A abrangência de vários setores em uma mesma plataforma é algo muito conveniente aos clientes dos sistemas de gestão, porém, como os softwares são customizados e ninguém quer pagar por algo que não utiliza, os ERP's são compostos por diversos módulos para compor uma solução para cada tipo de cliente, mas mesmo sendo de uma mesma plataforma os módulos também podem apresentar dificuldades nas trocas de informações e isso deve ser considerado durante a escolha e implantação do sistema (CORRÊA, 2001).

2.5 BALANÇAS RODOVIÁRIAS

A forma mais comum de saber a massa de um corpo é compará-lo a outro com massa conhecida, para tanto foi estabelecido como convenção o quilograma padrão sendo um cilindro de 3,9 cm de altura por 3,9 cm de diâmetro composto por platina-irídio, esse peso padrão é mantido no Bureau Internacional de Pesos e Medidas na França e essa referência foi replicada para laboratórios de padronização de outros países pelo mundo sendo assim a medida de 1 kg do Sistema Internacional (SI) (GREF, 1999).

As civilizações antigas usavam o mesmo método de comparação, porém sem uma unidade definida, existem registros de 5000 anos antes de Cristo, dos povos Egípcios utilizando um dispositivo que equilibrava dois objetos em suas extremidades (ORIGEM, 2019).

As balanças de caminhão ou rodoviárias são usadas em todo o mundo, por empresas grandes e pequenas, bem como agências de transportes, que pesam caminhões que carregam desde milho e carvão até bens duráveis e resíduos sólidos. O uso mais comum de uma balança de caminhão é para determinar o peso dos produtos a granel comercializados, nesses casos, as informações da escala é uma parte crucial da transação comercial.

As balanças também são usadas para monitorar a entrada e saída de volumes nas indústrias. A maioria das balanças localiza-se ao ar livre e, por isso, devem ser capazes de suportar todos os desafios ambientais e trabalhar com confiabilidade e precisão.

3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPLEMENTARES

3.1 ERP TOTVS PROTHEUS

A TOTVS é uma empresa brasileira e é resultado da evolução da Microsiga, que teve origem em 1983, devido a crescente utilização dos computadores pessoais aplicado aos negócios despertando o desejo de desenvolver um software de gestão (TOTVS, 2019a).

Em 1991, o Siga Advanced, primeiro produto da empresa, se destacou pela personalização de formulários, uma das principais características dos ERP's atuais, e, por isso, rende bons frutos a empresa até hoje (TOTVS, 2019b).

A evolução do software embalado pela boa aceitação no mercado chegou a sua 5ª geração do Siga Advanced no ano de 1999, conhecida como Microsiga Advanced Protheus, que já trouxe processos divididos por setores no mesmo ano que se consolidou líder no mercado de ERP. Devido à evolução contínua, em 2006 a Microsiga deu lugar para a nova marca da companhia a TOTVS e com o então ERP Microsiga Protheus se tornou a sexta maior empresa de software de gestão empresarial do mundo (TOTVS, 2019b).

O sistema de gestão empresarial é um compilador de informações para auxiliar nas tomadas de decisões e gerir a empresa, para tanto o sistema precisa ser alimentado pelo usuário através de uma interface amigável para a atividade ser simples e objetiva.

A interface utilizada pelo Protheus se chama *SmartClient*, se trata de um aplicativo instalado nas estações de trabalho e conecta o usuário ao servidor e banco de dados do sistema.

As estações de trabalho podem ser chamadas de terminal remoto e a comunicação é feita a partir da rede Ethernet utilizando o protocolo de transporte TCP e o protocolo de comunicação TelNet, sendo um protocolo que opera em modelo cliente-servidor oferecendo um serviço genérico e comunicação bidirecional de 8 *bits*. O TelNet não contempla mecanismos de segurança, permitindo a transmissão sem quaisquer criptografias e sendo desaconselhado para utilização em rede pública (TOTVS, 2018).

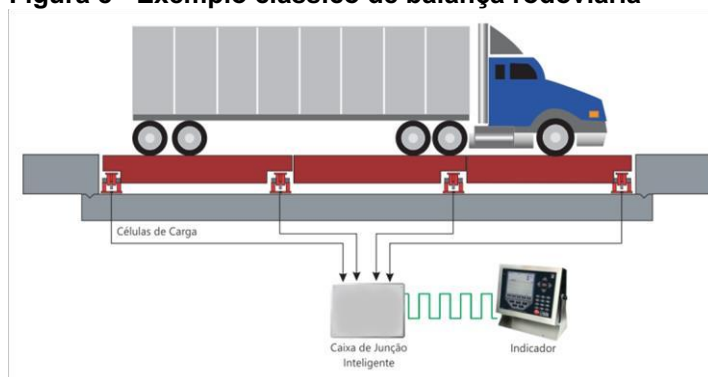
O sistema ERP da TOTVS vem sendo utilizado na empresa onde surgiu a demanda do presente estudo desde 2007, devido sua grande presença na indústria

nacional e liderança do setor no país, o que facilita suporte técnico, customização dos módulos conforme legislações do país e viabilização econômica.

3.2 BALANÇA IND 560

A balança IND 560 é um Terminal bastante sofisticado, com flexibilidade de configuração para atender uma variedade de necessidades de operação, pois é composta por um módulo de processamento, células de carga e plataforma de pesagem que fica sobre as células de carga. A capacidade de cada balança varia em função da necessidade do cliente e isso define o número de células de cargas a serem utilizadas, mas o módulo não muda conforme a capacidade da balança, apenas os dados de configuração necessitam de alterações durante a instalação. A Figura 8 mostra uma representação esquemática para uma balança rodoviária clássica. Verifica-se um sistema composto por quatro células de carga, conectadas a caixa de junção, a qual envia a informação ao indicador.

Figura 8 - Exemplo clássico de balança rodoviária



Fonte: Toledo (2010).

Projetado especificamente para setores industriais sujeitos a controles regulatórios rígidos, como indústrias farmacêutica, química, de alimentos e bebidas, a balança IND 560 é muito utilizada na pesagem de veículos de transporte que chegam carregados com matéria prima, ou saem com o produto acabado das indústrias, e estão diretamente ligadas aos sistemas de controle industriais e geração de notas fiscais, por exemplo.

A grande importância da balança no processo produtivo trouxe muito desenvolvimento para esse dispositivo que sempre foi utilizado pelo ser humano desde as antigas civilizações. A Balança IND 560 é equipada com tecnologia de última

geração para ter integração total ao processo produtivo, bem como interfaces de comunicação diretas com CLP's (Controlador Lógico Programável), computadores ou controle a partir de entradas e saídas discretas.

A Balança do fabricante Metler Toledo modelo IND 560 opera no processo desde 2012, ano em que foram feitas melhorias nos equipamentos devido a atualização tecnológica e integração ao sistema de gestão da empresa, esse equipamento passa por rígidos processos de calibração e auditoria do IPEM-PR (Instituto de Pesos e Medidas do estado do Paraná), o qual faz inspeções para garantir o correto funcionamento da balança uma vez que a balança possui relação direta com a geração de notas fiscais e erros podem prejudicar a arrecadação do governo. Além disso, controles internos como manutenção e calibração também são realizados mediante ordens de serviço. A balança e os demais equipamento citados até o momento já estão em operação e não são o objeto de estudo deste trabalho, estão sendo apresentadas informações mínimas para a composição da solução. Na Figura 9 são mostradas as fotografias de dois módulos de pesagem utilizados na balança IND 560.

Figura 9 - Módulos de pesagem IND 560



Fonte: Toledo (2010).

3.2.1 Características Específicas IND 560

A balança IND 560 possui capacidade de comunicação em rede EtherNet/IP, é totalmente compatível com o conjunto de protocolos Ethernet TCP/IP. O protocolo utilizado é o CIP (Protocolo de Controle e Informações) desenvolvido para fornecer controle, configuração e capacidade de coleta de dados.

O terminal IND560 é capaz de comunicar com os controladores lógicos programáveis (CLP), computadores industriais e servidores por meio de conexão

direta à rede Ethernet/IP na velocidade de 10 ou 100 Mbps. O software para implementar a troca de dados reside no terminal IND 560 (TOLEDO, 2010).

A opção Ethernet / IP possui os seguintes recursos:

- Endereçamento IP programável pelo usuário.
- Capacidade para comunicações bidirecionais em modo discreto para informações de peso ou exibir incrementos, status e dados de controle entre o servidor de dados da empresa e o IND 560.

A Figura 10 mostra a placa de comunicação TCP/IP.

Figura 10 - Placa de comunicação TCP/IP



Fonte: Toledo (2010).

O modulo de comunicação TCP/IP permite que um ou mais programas clientes remotos recebam dados de impressão do IND 560. Os clientes remotos podem ser aplicativos WINDOWS PC e Visual Basic que fazem as solicitações de leitura dos dados de peso da balança e armazenam o dado para posterior processamento pelo sistema gerencial da empresa (TOLEDO, 2010).

3.2.2 Palavra de Comunicação

Os dados fornecidos pela balança, através da rede de comunicação, têm um padrão de construção, ou seja, uma palavra de comunicação que é composta por 32 bits, sendo 16 bits de leitura e 16 bits de escrita, e o formato dos dados pode ser do tipo inteiro, divisor ou ponto flutuante, todas essas variáveis definem a palavra de comunicação que transporta a informação da massa de um caminhão, por exemplo, transformando em um valor interpretável pelo servidor do cliente. Atualmente os dados fornecidos pela balança são do tipo inteiro, e as informações utilizadas são (tradicionalmente indica-se “peso”, porém deveriam utilizar “massa”) o peso bruto e peso líquido e o peso da tara, que são distribuídos nos 16 bits da palavra de leitura,

sendo os bits e 0 a 2 o tipo do dado enviado e nos demais bits o valor do peso. (TOLEDO, 2010).

3.3 EQUIPAMENTO DE IDENTIFICAÇÃO RFID EDGE-30R

O equipamento RFID-30R, composto por leitor, antena e etiquetas escolhido para compor a solução apresentada pelo presente trabalho é de marca ACURA, empresa pioneira na tecnologia de identificação por rádio frequência e líder de mercado no Brasil e América Latina. A empresa possui vários cases de sucesso na indústria nacional, internacional e no setor de mineração o qual é destinado esse estudo, os cases podem ser conferidos no site do fabricante.

O equipamento modelo Edge-30R possui o leitor e antena integrado no mesmo aparelho, tornando-o mais compacto e versátil para a instalação e implementação no processo. As características desejadas para a escolha do modelo Edge 30-R foram a conexão em rede utilizando o protocolo Ethernet TCP/IP, não requer software específico para utilização, pois conta com leitura automática, configuração por página HTML ou mensagens ASCII e principalmente a classe de proteção IP 66 (índice de proteção 66), que confere proteção contra poeira e potentes jatos líquidos, sendo uma proteção superior às condições encontradas no processo aplicado (ACURA, 2015). A Figura 11 mostra uma fotografia do leitor EDGE-30R.

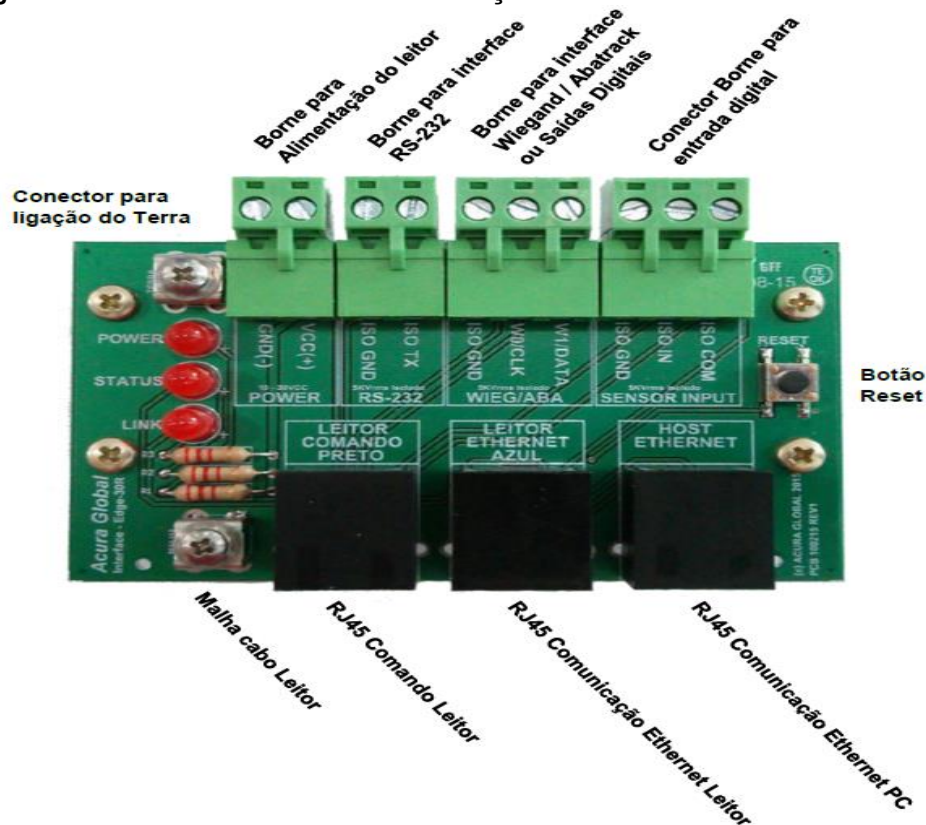
Figura 11 - Leitor Acura EDGE-30R



Fonte: Acura (2015).

A comunicação com o meio externo é realizada pela placa de circuito impresso (PCI) de *interface*, a placa pode ser instalada em local estratégico para que facilite a manutenção e diagnóstico de falhas visto que com apenas um cabo blindado composto por 16 vias é possível alimentar a fonte de energia do leitor/antena e estabelecer a comunicação de dados. A Figura 12 mostra a placa de *interface* e comunicação TCP/IP utilizada no projeto.

Figura 12 - Placa de interface e comunicação TCP/IP



Fonte: Acura (2015).

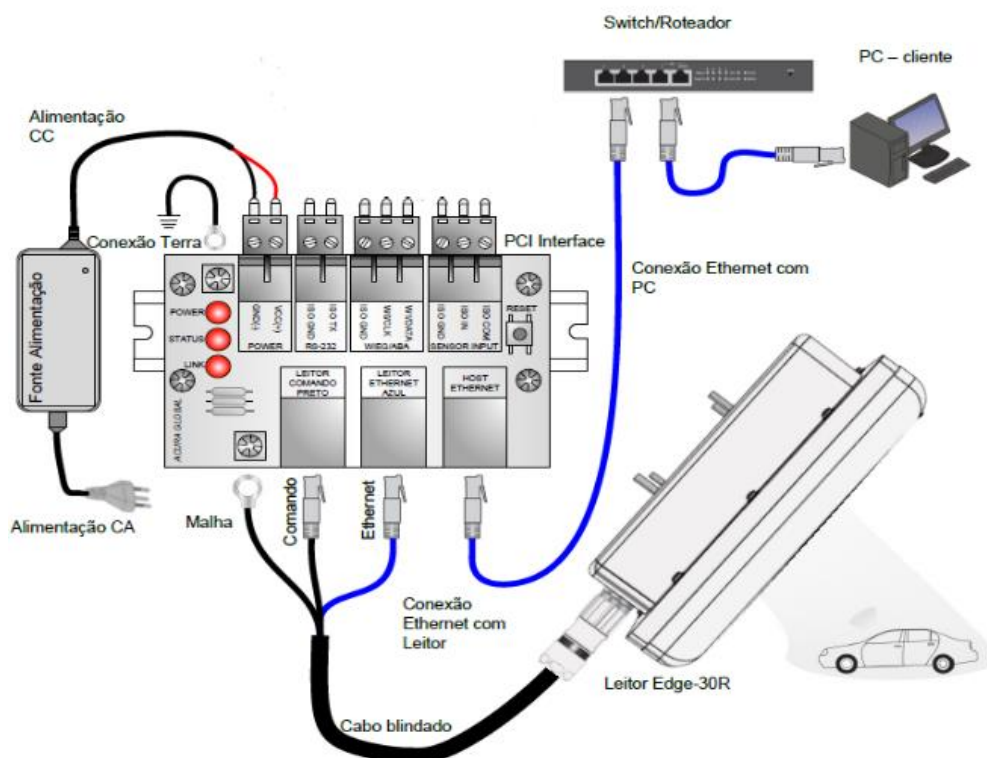
A forma construtiva sendo leitor e antenas acoplados elimina a necessidade de passagem de cabo coaxial entre leitor e antena, essa conexão é crucial para o bom funcionamento do sistema e o fato de não possuir a conexão via cabo entre leitor e antena elimina falhas comuns nos conectores dos cabos coaxiais.

3.3.1 Conexões Elétricas do Leitor EDGE-30R

A configuração do leitor pode ser feita a partir de um navegador de internet, para tanto o mesmo deve estar com suas instalações físicas de fonte de alimentação e comunicação de dados via rede conectadas conforme instruções do manual do

fabricante (ACURA, 2015). A Figura 13 mostra as interligações realizadas na placa de interface.

Figura 13 - Conexões de rede da placa de comunicação



Fonte: Acura (2015).

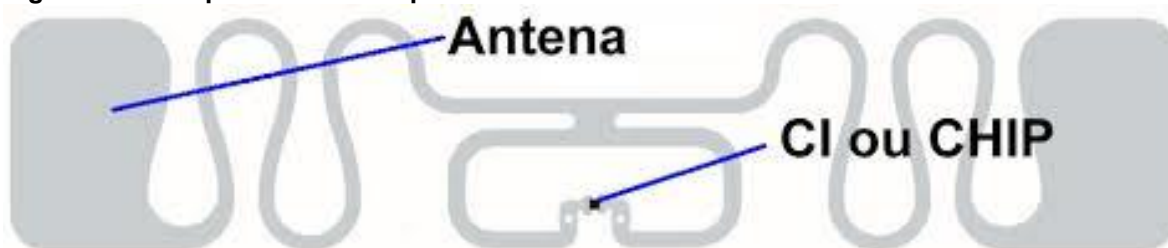
As ligações elétricas devem seguir as adequadas práticas conforme norma técnica brasileira ABNT NBR-5410, que rege as instalações elétricas de baixa tensão e a norma regulamentadora 10, a qual trata da segurança em serviços e instalações em eletricidade. Feita a instalação do equipamento a configuração dos parâmetros via rede *Ethernet* depende inicialmente da identificação do endereço IP do equipamento, esse endereço nada mais é que a identificação de cada dispositivo em uma rede de comunicação, e esse número é encontrada junto ao equipamento (ACURA, 2015).

3.3.2 Etiqueta de Identificação

A etiqueta utilizada pela solução apresentada neste trabalho é do tipo somente leitura e passiva, ou seja, possui um código gravado durante sua fabricação, que não tem possibilidade de ser alterado não permitindo gravações de dados customizados e não possui nenhum tipo de bateria interna, funcionando somente dentro do campo de atuação do leitor. O leitor por sua vez faz a leitura do código da etiqueta através de rádio frequência e disponibiliza a informação através de um valor hexadecimal.

(ACURA, 2019). A Figura 14 mostra os componentes (Antena e CI) da etiqueta T-5C M4e, utilizada no trabalho.

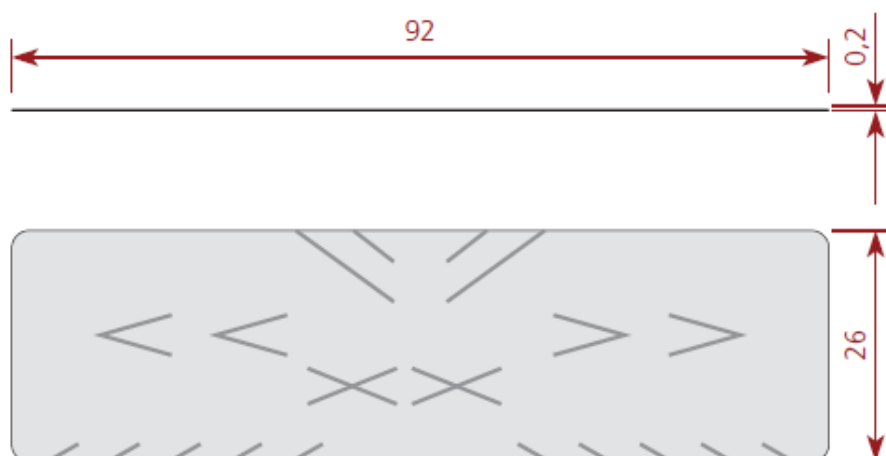
Figura 14 - Componentes da etiqueta T-5C M4e



Fonte: Acura (2019).

O modelo especificado é o Acura T-5C M4e desenvolvido especialmente para identificação de veículos e para ser fixada em para-brisas, o campo de atuação varia de 1 a 8 metros, com tecnologia UHF opera na frequência de 860 e 960 MHz, com durabilidade ilimitada, porém é auto destrutiva em caso de remoção do local de fixação, sendo um dispositivo de segurança contra violação e/ou troca de veículo (ACURA, 2019). Na Figura 15 estão indicadas as dimensões da referida etiqueta.

Figura 15 - Dimensões da etiqueta T-5C M4e



Fonte: Acura (2019).

3.3.3 Comunicação de Dados

A comunicação de dados em rede está atrelada a um conjunto de informações transportadas de um equipamento a outro para posterior utilização. Com o leitor de RFID não é diferente, e as informações são transportadas por uma palavra de comunicação que neste caso é uma *String* de dados com tamanho máximo de 115

caracteres e a *String* é customizada via página HTML e pode ser padronizada para ser compatível com sistemas utilizados em servidores existentes (ACURA, 2015).

A forma com que pode ser customizada a *String* de dados é definida por palavras chaves que podem ser observadas na primeira coluna da Tabela 1. Cada palavra chave traz uma informação pré-definida. A Tabela 1 mostra as palavras chaves de comunicação, para configuração do sistema.

Tabela 1 - Palavras chaves de comunicação

Palavras chaves	Descrição da palavra chave	Tamanho	Exemplo
IDHEX	ID do tag no formato hexadecimal	8 bytes	3DAC0022
IDWG	ID do tag no formato wiegand26 'FC[3dig.]ID[5dig.]'	8 bytes	17200034
IDABA	ID do tag no formato abatrack 'ID [10dig.]'	10 bytes	1034682402
RDCT	Número de leituras do tag	1 byte	8
RSSI	Valor do nível de sinal (negativo) do tag lido	3 bytes	-64
ANTID	Número da antena que o tag foi lido	1 byte	1
TMSTP	Timestamp [dd-mm-aaaa hh:mm:ss]	19 bytes	21/09/2015 14:58
TYPE	Tipo do tag lido, 'S' p/ Seguro e 'N' p/ Normal	1 byte	S
ALIVE	Tempo de atividade do leitor em segundos	1-10 bytes	67890
<CR>	Caractere de controle Carriage Return [0x0D]	1 byte	
<LF>	Caractere de controle Line feed [0x0A]	1 byte	
<STX>	Caractere de controle Start of text [0x02]	1 byte	
<ETX>	Caractere de controle End of text [0x03]	1 byte	

Fonte: Acura (2015).

A customização da *String* tem por objetivo simplificar a comunicação e somente transmitir dados que realmente sejam relevantes ao usuário, assim facilita o processamento da informação e traz agilidade para as leituras. Ilustrando uma possível customização da *String* tem-se um exemplo descrito a seguir:

- String de dados configurada na página HTML:
Tag ID: 0xIDHEX, Qt leitura: RDCT, Antena: ANTID, Data da leitura: TMSTP ; <CR><LF>
- String enviada pelo leitor após ler um *Tag* 6 vezes com ID= 3DAC337A e RSSI=-65dBm na antena integrada:
Tag ID: 0x3DAC337, Qt leitura: 06, Antena: 1, Data da leitura: 01/02/2019 13:30;<CR><LF>

Os dados solicitados conforme, novamente na Tabela 1, e posteriormente configurados via HTML foram:

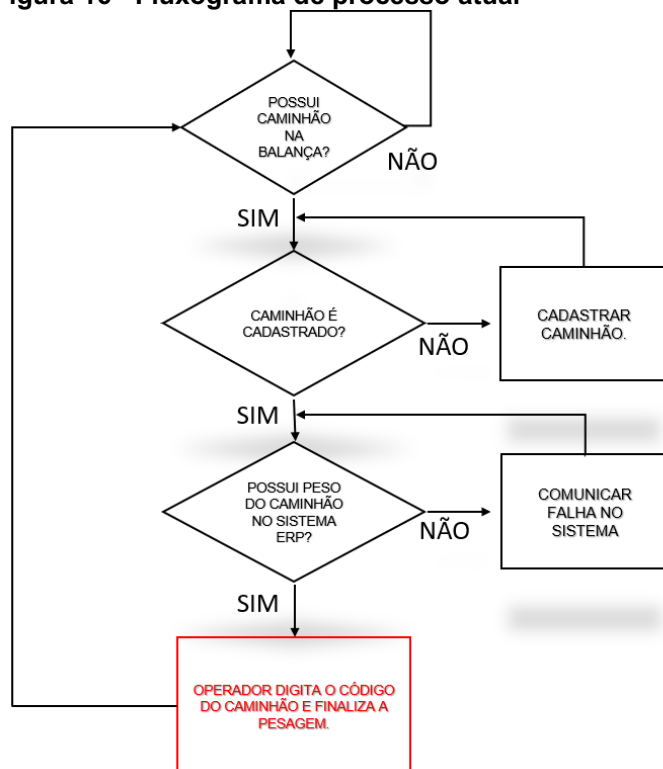
- **IDHEX** = Identificação da *Tag* em formato hexadecimal;
- **RDCT** = Número de leituras da *Tag*;
- **ANTID** = Número da antena que efetuou a leitura;
- **TMSTP** = Data e horário da leitura;
- **<CR><LF>** = Caracteres de controle.

A *String* tendo seu padrão conhecido, toda vez que ocorrer uma leitura esses dados chegarão ao banco de dados, computador ou servidor e serão relacionados à cadastros já definidos no sistema de gestão da empresa, conectando a *Tag* com os dados do caminhão, transportadora entre outros dados desejados para cadastro pelo cliente (ACURA, 2015).\

4 RESULTADOS

A demanda do presente trabalho surge de um processo que se encontra em operação a vários anos, por isso as soluções para o problema levam em consideração a infraestrutura e equipamentos utilizados atualmente. O fluxograma, apresentado na Figura 16, nos mostra uma visão geral do processo original sem os equipamentos propostos pelo trabalho.

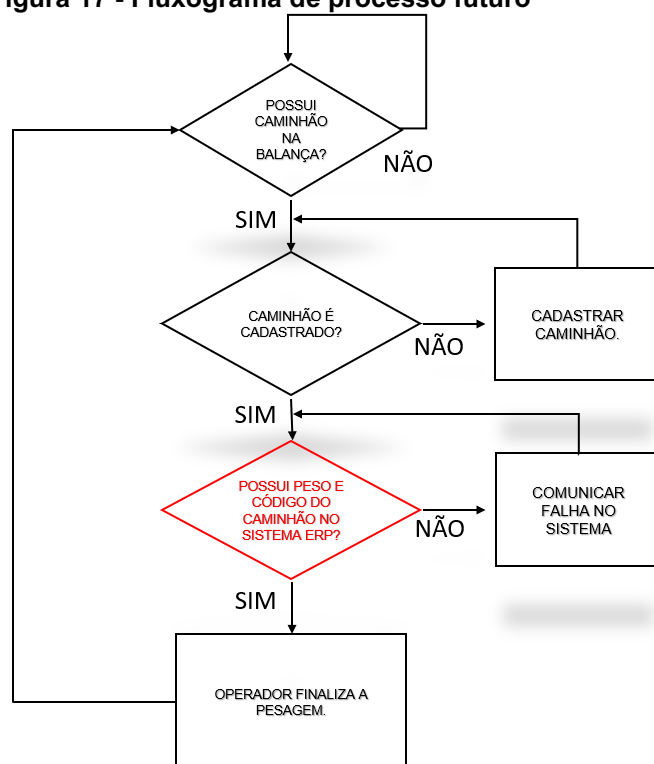
Figura 16 - Fluxograma de processo atual



Fonte: Autoria própria.

O processo de pesagem atual tem a entrada de dado via teclado para o código do caminhão, como destacado em vermelho no fluxograma mostrado na Figura 16, e a rotina do operador é identificar visualmente os caminhões ao chegarem na balança pelo número colado no parabrisa e assim iniciar a pesagem colocando o número do caminhão no sistema ERP, após essa etapa verifica-se o valor do peso, gravam-se todos os dados no ERP e finaliza-se a pesagem. Com a solução apresentada pelo estudo, os caminhões serão detectados através do sistema RFID e o código será fornecido automaticamente ao sistema ERP, eliminando o ponto de vulnerabilidade do processo. A nova configuração do processo após a melhoria ficará conforme o fluxograma apresentado na Figura 17, destacado em vermelho o ponto de mudança.

Figura 17 - Fluxograma de processo futuro



Fonte: Autoria própria.

Após a melhoria realizada o operador vai somente conferir os dados que foram adicionados automaticamente no sistema ERP e gravar os dados finalizando a pesagem e terá a incumbência de reportar possíveis falhas à manutenção.

A instalação dos equipamentos pode ser feita sem afetar o processo e com intervenção mínima nas instalações atuais. Os principais pontos de alteração serão a customização do sistema gerencial da empresa, o qual deverá receber de forma automática a informação do código do caminhão, a instalação e configuração do sistema RFID junto a estrutura existente de banco de dados e rede de comunicação e os cadastros das etiquetas, juntamente com as informações dos caminhões no banco de dados para fazer o controle do acesso dos mesmos.

A solução apresentada pelo estudo é totalmente viável do ponto de vista de técnico, os equipamentos existentes possuem comunicação em rede e já fazem a troca de informação com o sistema gerencial da empresa e o produto especificado pelo presente estudo é compatível com a rede de comunicação atual e com as demais instalações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A automação tem como principal objetivo eliminar atividades repetitivas, falhas humanas e otimizar processos, esses pilares foram evidenciados ao longo da especialização em automação industrial e estão presentes nos objetivos deste trabalho, que foram eliminar a mesma atividade realizada pelo operador, a de identificar manualmente o caminhão, desse modo fica fácil eliminar falhas humanas e tornar o processo ótimo.

Diante dos resultados obtidos, foi proposta uma solução que atenderá os objetivos iniciais do trabalho, especificando uma solução totalmente integrável ao sistema utilizado atualmente, o qual irá proporcionar confiabilidade em relação ao estoque de matéria prima, redução de intervenções para manutenção, transparência nos pagamentos dos serviços de frete aos fornecedores externos e maior agilidade na pesagem de caminhões.

Há muitas oportunidades de melhorias futuras no controle de acesso de caminhões, bem como o monitoramento de todos os veículos que acessam o parque fabril, o qual poderá ser realizado no futuro com o barateamento dos equipamentos de detecção por RFID.

REFERÊNCIAS

ACURA. **Edge-30R-N Autoid Guia de usuário**. Copyright© 2012-2017 ACURA Technologies LTDA, publicado em: 25 mar. 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B7DwMedDHj_ZQXFXXzdaMTR0MUE/view>. Acesso em: 20 jul. 2019.

ACURA. **Tag UHF Acura T-5C M4e**. Copyright© 2012-2017 ACURA Technologies LTDA, 2019. Disponível em: <<http://www.acura.com.br/pt/produtos/etiqueta-rfid/item/t-5c>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

BOALIM, T. **Polarização da antena RFID**. JN Moura Informática, publicado em: 13 out. 2015. Disponível em: <<https://rfidmoura.wordpress.com/2015/10/13/polarizacao-da-antena-rfid/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BOAVIDA, F. **TCP/IP teoria e prática**. 1. ed. Portugal: Editora FCA, 2012.

CORRÊA, H. L. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de comunicação**. 4. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2007.

GLOVER, B.; BHATT, H. **Fundamentos de RFID**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.

GRAF. **Física 1 – Mecânica**. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - GREF, Instituto de Física da Universidade de São Paulo. 7. ed. São Paulo: EdUSP, 1999.

MESQUITA, R. A. C. **Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning)**. Centro Universitário de Brasília – UNICEUB, 2000.

ORIGEM. **A origem da balança**. Copyright© 2019 A Origem das Coisas. Postado por Arlino em: 17 abr. 2012. Disponível em: <<https://origemdascoisas.com/a-origem-da-balanca/>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

REZENDE, D. A. **Engenharia de software e sistemas de informação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

TOLEDO. **IND 560 Básico – Manual do Usuário**. Copyright© Toledo do Brasil Indústria de Balanças Ltda, 2010.

TOTVS. **A linguagem AdvPL**. Empresa de software TOTVS, publicado em: 12 jul. 2018. Disponível em: <<https://tdn.totvs.com/display/tec/AdvPL>>. Acesso em: 28 set. 2019.

TOTVS. **Microsiga: A evolução do ERP de gestão que é referência no mercado**. Empresa de software TOTVS, publicado em: 19 set. 2019b. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/microsiga-a-evolucao-do-erp-de-gestao-que-e-referencia-no-mercado/>>. Acesso em: 28 set. 2019.

TOTVS. **Protheus da TOTVS: conheça as principais funcionalidades**. Empresa de software TOTVS, publicado em: 04. Jun. 2019a. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/protheus-da-totvs/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

VILLAR, R. S. G.; *et al.* **Implementando RFID na cadeia de negócios: Tecnologia a serviço da excelência**. 2. ed. Porto Alegre: ediPUCRS, 2011.