



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE
CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU



CÉLIA SIMÕES ARREGUY DE SENA

PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO E PADRONIZAÇÃO NOS SISTEMAS DE
PESAGEM E GERENCIAMENTO DE BAGAGENS EM AEROPORTOS

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Ouro Preto, 2017

CÉLIA SIMÕES ARREGUY DE SENA

**PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO E PADRONIZAÇÃO NOS
SISTEMAS DE PESAGEM E GERENCIAMENTO DE BAGAGENS EM
AEROPORTOS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis

Ouro Preto

Escola de Minas – UFOP

Janeiro/2017

S474p

Sena, Célia Simões Arreguy.
Proposta de modernização e padronização nos Sistemas de Pesagem e Gerenciamento de Bagagens em aeroportos [manuscrito] / Célia Simões Arreguy Sena. - 2017.

41f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

1. Aeroportos - Bagagens. 2. Aeroportos - Balanças. 3. Bagagens - Extraviar. I. Reis, Agnaldo José da Rocha. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 681.5

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Monografia defendida e aprovada em 25 de janeiro de 2017, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a horizontal line at the bottom.

Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis – Orientador

A handwritten signature in blue ink, featuring a large loop at the top and a horizontal line at the bottom.

Prof. Dr. Luiz Fernando Rispoli Alves – Professor Convidado

A handwritten signature in blue ink, appearing as a series of connected, slightly wavy lines.

Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro – Professor Convidado

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente aos meus pais por sempre me mostrarem a importância do estudo e da dedicação ao que escolhemos fazer. Por sempre me apoiarem e pelo amor incondicional.

Ao meu irmão que compartilhou a vida “ouropretana” comigo e que sempre me apoiou e me ajudou.

À toda minha família, pelo exemplo e companheirismo.

Aos meus amigos de Ouro Preto e Caratinga, por todas as histórias vividas e lembranças criadas.

À Ouro Preto, à UFOP e à Fundação Gorceix por tudo o que me foi proporcionado.

Aos professores da UFOP por todo o ensinamento passado, em especial ao Prof. Agnaldo pela orientação.

Ao Sr. Alexandre Soares pela revisão e sugestões de aprimoramento.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

RESUMO

Devido à globalização, viajar torna-se cada vez mais necessário, porém o tempo também é mais escasso. Com essa nova realidade, a demanda por aeroportos tem crescido consideravelmente já que aviões são o meio de transporte mais rápido hoje em dia. Para atender a tal demanda, os serviços oferecidos pelos aeroportos e consequentemente pelas empresas aéreas devem ser eficientes e de qualidade para garantir um atendimento satisfatório e evitar problemas futuros. Assim, analisaram-se as estruturas atuais de aeroportos para identificar possíveis gargalos e concluiu-se que as maiores deficiências estavam na pesagem, no cadastro, armazenamento e transporte de bagagens. Problemas de calibragem de balanças foram identificados, registrando uma pesagem incorreta. No banco de dados, falta informação a respeito das malas de cada passageiro e respectivas especificações, o que facilitaria futura identificação. Problemas de extravio de bagagens também são frequentes e podem ser muito inconvenientes tanto para o cliente quanto para a empresa aérea. Neste trabalho, soluções para problemas de pesagem, identificação, armazenamento e acompanhamento das bagagens ao longo da viagem foram propostas baseadas em tecnologias já existentes. Vale a pena ressaltar que todas as mudanças discutidas nesta monografia levaram em consideração a viabilidade de implementação em aeroportos.

Palavras-Chave: Aeroportos, bagagens, balanças, pesagens, problemas de calibragem, extravio de bagagens, identificação de malas.

ABSTRACT

Due to globalization, travel becomes more and more necessary, but time is also scarcer. With this new reality, the demand for airports has grown considerably since airplanes are the fastest way of transportation nowadays. To meet this demand, the services offered by airports and consequently by airlines must be efficient and of high quality to ensure satisfactory service and avoid future problems. Thus, the current airport structures were analyzed to identify possible troubles and it was concluded that the greatest deficiencies were in the weighing, registering, storage and transport of luggage. Scale calibration problems were identified, recording an incorrect weight. In the database, there is a lack of information regarding the suitcases of each passenger and their specifications that would facilitate future identification. Problems of lost baggage are also frequent and can be very inconvenient for both the client and the airline. In this work, solutions for problems of weighing, identification, storage and follow-up of the luggage during the trip were proposed based on existing technologies. It is worth to emphasize that all the changes discussed in this monograph took into account the viability of implementation at airports.

Keywords: Airports, baggage, scales, weighing, calibration problems, lost luggage, identification of suitcases.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

HTML – HyperText Markup Language

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPEM – Instituto de Peso e Medições

LED – Light Emitting Diode

RFID – Radio Frequency Identification

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Tipos de balanças de acordo com o tipo.....	18
Tabela 2.2 – Tipos de balanças de acordo com o dispositivo de funcionamento.....	18
Tabela 2.3 - Tipos de balanças de acordo com o método de medição	18
Tabela 3.1 - O que causa extravio de bagagens.....	25
Tabela 4.1 - Comparação entre opções de balanças.	29
Tabela 4.2 - RFID x Código de Barras	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Imagem do Livro dos Mortos com a balança egípcia.....	16
Figura 2.2 - Balança Romana.	17
Figura 2.3 - Balança Eletrônica.	17
Figura 3.1 - Sistema do check-in de um aeroporto.....	19
Figura 3.2 - Extensômetros metálicos.	21
Figura 3.3 - Ponte de Wheatstone.....	21
Figura 3.4 - Circuito de ponte completa.	22
Figura 4.1 - Balança Toledo 2090 Carbono	27
Figura 4.2 - Balança Saturno em aço carbono.....	28
Figura 4.3 – Balanças em rede.....	28
Figura 4.4 – Esquema do funcionamento da linguagem PHP.	31
Figura 4.5 - Diferentes tipos de Transponders	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo geral.....	13
1.2	Objetivos específicos	13
1.3	Justificativa do trabalho	13
1.4	Metodologia proposta.....	15
1.5	Estrutura do trabalho	15
2	HISTÓRIA DA PESAGEM	16
3	SISTEMA DE PESAGEM ATUAL	19
3.2	Balanças	20
3.3	Banco de Dados.....	22
3.4	Armazenamento das bagagens	23
3.5	Extravio de bagagens	25
4	CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE PESAGEM PROPOSTO.....	27
4.1	Concepção Geral	27
4.2	Balanças	27
4.3	Inserção de informações de bagagens no banco de dados	29
4.4	Interface HTML	30
4.5	Tecnologia RFID.....	31
5	COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE PESAGEM.....	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

Em 2011, o Aeroporto Internacional de São Paulo (Guarulhos) registrou a passagem de quase 30 milhões de pessoas, mais de 465 mil toneladas de carga e 270,5 mil aeronaves. Por dia, seria uma média de 650 operações de pouso e decolagens (RANKBRASIL, 2012). Já em 2013 registrou-se um movimento superior a 36 milhões de passageiros, o que representa um crescimento de cerca de 10% em relação a 2012, quando 32,7 milhões de pessoas viajaram pelos três terminais. Dos 36 milhões de passageiros, 23,5 milhões foram de viagens domésticas e 12,5 milhões, de internacionais. (GRUAIROPORT, 2014)

Em um mundo cada vez mais interligado, o tempo vira algo precioso e as viagens aéreas a melhor opção de viagem. Devido à alta movimentação de pessoas e a tendência desse número só aumentar, é necessário que o funcionamento de um aeroporto seja eficaz.

O aspecto abordado nesta monografia diz respeito à questão de bagagens, focando nas operações envolvendo-as. A Infraero deve disponibilizar a infraestrutura (espaço, iluminação, painéis informativos, carrinhos de bagagens) de forma adequada. Porém, a partir do momento do check-in até o passageiro recebê-la no aeroporto de destino, a responsabilidade sobre a bagagem é da empresa aérea.

O peso da mala que é permitido despachar depende do tamanho da aeronave e da classe em que o passageiro irá viajar. Um exemplo são os voos domésticos cuja franquia em média é de 23 kg (primeira classe ou classe econômica) (ANAC, 2016). A bagagem passa por uma fiscalização executada por órgãos públicos como Polícia Federal, Receita Federal, ANVISA e IBAMA, mesmo em voos estritamente domésticos.

Em voos domésticos a empresa aérea é autorizada a cobrar, no check-in, um valor pelo excesso de bagagem que pode atingir até 0,5% da tarifa cheia por quilo de excesso. No caso da bagagem de mão, a dimensão máxima é 115 cm (altura + comprimento + largura) e peso máximo de 5 kg (ANAC, 2016). Caso exceda, a empresa aérea pode exigir que a bagagem seja despachada no porão, estando sujeita a cobrança de excesso de bagagem. Em voos internacionais, a franquia de bagagem varia conforme a empresa aérea.

Balanças que não estiverem calibradas irão marcar um peso incorreto, podendo errar para mais ou para menos. Esse erro poderá afetar vários aspectos, gerando até maiores dores de cabeça aos passageiros pelo excesso de peso da bagagem.

O peso das partes da aeronave e da carga se concentra no centro de gravidade (CG). Essa carga depende do peso total das bagagens. A distância entre o centro de gravidade e o centro de pressão (CP) gera um momento que faz o nariz da aeronave subir ou descer. O deslocamento do CG para uma posição posterior ao CP gera uma situação muito perigosa e pode ser provocado por deslocamentos imprevistos de carga dentro do avião ou distribuição de peso errada.

Um exemplo de acidente provocado pela falta de atenção dada às bagagens ocorreu em 2013. Um Boeing 747 da National Airliner que saiu do aeroporto de Bragam, Afeganistão, para o aeroporto de Al Maktoum, Dubai, levava em sua carga veículos militares que se soltaram durante a subida e foram para a parte traseira da aeronave. Isso deslocou muito o CG, provocando um estol profundo e impossível de recuperar (AERO MAGAZINE, 2013).

Assim, uma questão a princípio tão banal como a pesagem de bagagem é de fundamental importância para o planejamento de diversos outros aspectos do voo. Portanto, garantir que as balanças de um aeroporto estejam calibradas e permaneçam calibradas é de grande interesse para o setor da aviação e para os passageiros.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver um estudo sobre os sistemas de pesagem realizados em aeroportos e propor soluções viáveis e interessantes de serem implementadas.

1.2 Objetivos específicos

Analisar a estrutura atual de pesagem de bagagens em aeroportos e propor configurações e especificar equipamentos de forma a se estabelecer uma padronização desse procedimento com o intuito de se evitar irregularidades (e.g. cobrança de multas indevidas) e aumentar a eficiência do aeroporto.

Desenvolver um banco de dados específico montado a partir da pesagem das bagagens. Com isso, facilitará a fiscalização e o controle das mesmas.

1.3 Justificativa do trabalho

Em qualquer viagem aérea realizada por um passageiro, sua bagagem terá que ser pesada, identificada e levada para o compartimento certo dentro da aeronave em questão. Levando em

consideração que toda pessoa que for viajar terá que passar por esse processo, percebe-se que ele será realizado milhares de vezes ao dia.

Considerando-se a existência de uma franquia a ser paga quando a bagagem ultrapassa o peso permitido, o cliente terá uma escolha ao fazer: pagar o excesso de bagagem ou deixar alguns de seus bens no aeroporto para diminuir o peso. Em qualquer um dos dois casos, o passageiro terá prejuízo.

Por todo esse processo que o passageiro passará, cabe ao aeroporto realizar uma pesagem precisa da bagagem em questão, evitando futuras complicações. Porém, não é isso que ocorre atualmente.

Diversas reportagens a respeito de fiscalizações realizadas pelo Instituto de Pesos e Medidas (IPEM) mostram aeroportos que não cumprem esse compromisso de fornecer uma pesagem exata e confiável. Em 2012, o IPEM verificou irregularidades em 44 de 237 equipamentos verificados no qual a balança chegou a registrar até 7,5kg a menos (FOLHA DE SÃO PAULO, 2012).

Essas irregularidades não ocorrem apenas na pesagem errada de bagagens. No Aeroporto Internacional de Guarulhos, em 2012, o IPEM flagrou um esquema de fraude nos pagamentos por excesso de bagagem, no qual o empregado da companhia aérea embolsava uma determinada quantia para permitir o embarque do passageiro com a bagagem com excesso de peso invés de cobrar a multa referente ao excesso de bagagem (FOLHA DE SÃO PAULO, 2012).

Essas estatísticas têm melhorado cada vez mais. Em agosto de 2016, uma operação especial de inspeção foi realizada nos principais aeroportos de São Paulo e teve como resultado irregularidades em 2% das balanças de bagagem nos guichês das companhias aéreas. Foram encontradas irregularidades em 5 de 347 balanças, sendo as 5 balanças do mesmo aeroporto, Guarulhos (G1, 2016).

Recentemente a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) aprovou novas normas relativas a direitos e deveres dos consumidores de serviços aéreos dentre as quais se encontra a permissão para que as empresas passem a cobrar pelas bagagens despachadas. (G1, 2016). Com essas novas regras, cada companhia aérea poderá criar suas próprias normas quando se trata de despachar bagagens. Já quanto as bagagens de mão, a diretoria da ANAC aumenta de

5kg para 10 kg o peso máximo permitido. Como visto anteriormente, antes os passageiros tinham direito de uma franquia de 23 kg para viagens domésticas e duas de 32 kg para viagens internacionais. Com essas novas normas, cada empresa terá suas próprias políticas, podendo até manter as regras antigas. Mesmo com essas novidades, a pesagem correta de bagagens continua sendo de fundamental importância tanto para os passageiros como para as empresas aéreas.

Embora algumas melhorias podem ser observadas, há mais a ser feito. Especificar equipamentos padronizados, definir uma rotina de trabalho, acompanhar a sua execução e registrar dados como nome do passageiro, tipo de bagagem, peso etc. podem ser de grande interesse para o setor, pois isso implicaria em uma maior segurança no planejamento e na execução dos voos, numa maior confiabilidade na pesagem de bagagem e na prevenção contra fraudes.

1.4 Metodologia proposta

Através de notícias de jornais, reportagens e problemas atuais é possível identificar dificuldades encontradas pelos passageiros em suas viagens. Um setor potencialmente problemático em vários aeroportos é o setor de pesagem de bagagens. Assim, é necessário um estudo sobre a organização e os equipamentos utilizados nesse setor atualmente.

Após essa primeira etapa de reconhecimento da estrutura, inicia-se pesquisas sobre alternativas mais adequadas a cada função. Deseja-se encontrar equipamentos e rotinas que sejam possíveis e viáveis de se implantar em qualquer aeroporto. Priorizou-se a busca por equipamentos de pesagem que podem ser colocados em rede, para que uma automatização mais completa do sistema fosse uma possibilidade.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi dividido em seis capítulos. O primeiro apresenta um contexto introdutório sobre o trabalho desenvolvido. Do segundo ao quarto capítulo, apresentam-se um estudo sobre a história da pesagem, sobre o sistema de check-in em aeroportos, focando na parte que envolve bagagens, e a proposta da utilização de equipamentos atuais mais adequados para o propósito de pesagem. No quinto capítulo realiza-se uma comparação entre o sistema proposto e o sistema utilizado atualmente. Em seguida, apresenta-se a conclusão juntamente com sugestões para trabalhos futuros e referências.

2 HISTÓRIA DA PESAGEM

A história das balanças remete ao ano 5000 a.C. no Egito. Sua necessidade surgiu para pesar metais preciosos e se encontram representadas em murais e papiros. No Livro dos Mortos existe um braço suspenso num apoio central com dois pratos pendurados por cordas. A Figura 2.1 mostra uma imagem desse livro com a balança egípcia. Ela era utilizada por eles e traz consigo uma crença cultural. De acordo com os egípcios, o espírito de uma pessoa falecida ia para a Sala das Duas Verdades. Nessa sala Anubis, o deus egípcio dos mortos, colocava o coração do morto em um dos pratos da balança. No outro prato, colocava-se a pluma da Deusa Maat, representando a justiça. Depois de ajustada, Anubis observava qual pesava mais e, de acordo com o resultado, o espírito do morto iria para o paraíso ou para o inferno.

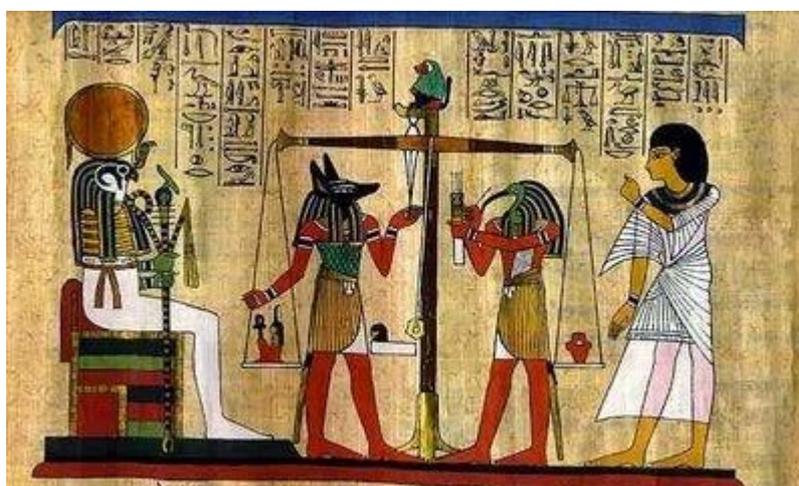


Figura 2.1 - Imagem do Livro dos Mortos com a balança egípcia.

Fonte: AUM MAGIC, 2012.

Em seguida, inventou-se a balança romana, evidenciada na Figura 2.2 abaixo. Esta possui um braço maior que o outro. No braço mais curto coloca-se o objeto que se deseja pesar e no braço maior coloca-se um peso padrão que irá deslizar sobre a graduação do braço até atingir-se o equilíbrio. Esse modelo sofreu modificações, porém existe até hoje. Um exemplo de uso é em feiras de alimentos.



Figura 2.2 - Balança Romana.

Fonte: Site Museu de Física da Universidade de Coimbra.

No século XX, com todo o desenvolvimento da tecnologia, surgiu a balança eletrônica exemplificada na Figura 2.3. Esta consiste em uma bandeja de aço inox, uma bobina eletromagnética, um sensor, um processador e um display. Este modelo também se encontra em constante aperfeiçoamento e pode apresentar alta precisão.



Figura 2.3 - Balança Eletrônica.

Fonte: Site Geocities.

Atualmente há diversos tipos de balanças. Pode-se classificá-las de acordo com três aspectos principais: pelo tipo, pelo dispositivo de funcionamento e pelo método de medição. Na tabela 2.1 é apresentada a classificação de balanças de acordo com seu tipo, na tabela 2.2 é

apresentada a classificação de acordo com o dispositivo de funcionamento e na tabela 2.3 é apresentada a classificação de acordo com o método de medição.

Tabela 2.1 - Tipos de balanças de acordo com o tipo

PELO TIPO	USO
Analítica	Para análise de determinada grandeza sob certas condições ambientais
Precisão	Quando há necessidade de elevada sensibilidade de leitura e indicação
Industrial	Para medições de cargas muito pesadas
Rodoviária	Quando se destina à medição do peso de veículos em trânsito

Tabela 2.2 – Tipos de balanças de acordo com o dispositivo de funcionamento

PELO DISPOSITIVO DE FUNCIONAMENTO	USO
Mecânico	Composto por elementos mecânicos (molas, cabos tensores, hastes rígidas, componentes metálicos e hidráulicos etc.)
Eletrônico	Composto por elementos eletrônicos (células de carga, circuitos integrados, microprocessadores etc.)
Híbrido	Composto por elementos mecânicos e eletrônicos

Tabela 2.3 - Tipos de balanças de acordo com o método de medição

PELO MÉTODO DE MEDIÇÃO	USO
Comparação	Valor do mensurando é determinado comparando-o com um objeto cujo valor de referência é conhecido
Indicação	Valor obtido é um número proporcional ao valor do mensurando
Diferencial	Indica uma pequena diferença entre o mensurando e uma medida materializada. Muito usada em indústrias

3 SISTEMA DE PESAGEM ATUAL

Nas seções subsequentes, será apresentada uma breve descrição sobre a estrutura geral de pesagem em aeroportos.

3.1 Estrutura Geral

O check-in em aeroportos consiste em registrar o passageiro e sua bagagem no sistema. Para tanto realiza-se a pesagem da mesma enquanto os funcionários cadastram os dados no programa. A estrutura comum do local onde se realiza essa primeira etapa é evidenciada na Figura 3.1. Como já discutido anteriormente, há a possibilidade de que as balanças que serão utilizadas não se encontrem devidamente calibradas, marcando um peso não correspondente ao valor real.

Há, também, espaço para fraudes quando fica a cargo do funcionário registrar no sistema o valor da pesagem. Já houve registros de casos no qual o funcionário foi subornado para entrar no sistema com valores adequados às franquias enquanto que, na verdade, houve excesso de bagagem.

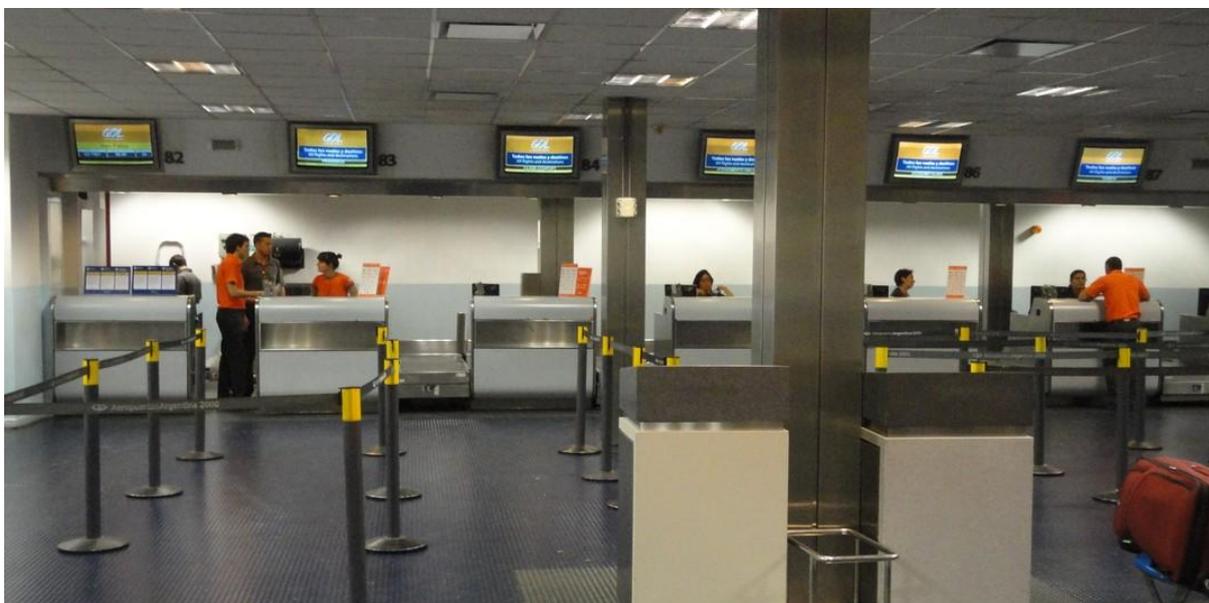


Figura 3.1 - Sistema do check-in de um aeroporto.

Fonte: Meus Roteiros de Viagem, 2013

3.2 Balanças

As balanças comerciais e industriais eletrônicas baseiam seu princípio de funcionamento na célula de carga. Esta é um transdutor de força, ou seja, transforma uma grandeza física (força) em sinal elétrico. É muito utilizada por ser muito precisa e ser muito versátil em relação ao tamanho das cargas aplicadas. Suas características consistem em: modo de operação (tensão e/ou compressão), ambiente na qual pode operar, intervalo de força que mede, precisão e sobrecarga (overload). Tais aspectos mudam de acordo com sua aplicação.

Nesse processo, haverá variação da resistência ôhmica do sensor extensômetro elétrico de resistência ou strain gauges quando submetido a uma deformação. Em células de carga encontram-se extensômetros ligados entre si de acordo com a ponte de Wheatstone, o que amplifica os sinais obtidos nas medições. Um ou mais desses resistores é substituído por um extensômetro. Quando as resistências forem iguais não há diferença de tensão na ponte.

O extensômetro ou strain gauge é um sensor cuja resistência varia de acordo com a força aplicada. Ele converte força, pressão, tensão, peso etc. em uma variação na resistência que pode ser medida. Esse dispositivo pode ser usado para medir a distensão causada por uma força. Tem-se como distensão a quantidade de deformação de um corpo devido uma força aplicada. Um exemplo de extensômetro se encontra na Figura 3.2.

O mais comum é o de ligação metálica, um exemplo de extensômetro metálico se encontra na Figura 3.2. Este consiste em um fio bem fino ou tiras metálicas (material condutor) dispostas em um padrão de grade, maximizando a quantidade de fios ou lâminas metálicas sujeitas à distensão na direção paralela. A grade está ligada a um suporte fino, chamado Carrier, o qual está anexado diretamente ao corpo de prova. Portanto, a distensão sentida pelo corpo de prova é transferida diretamente ao extensômetro, que responde com uma mudança linear na resistência elétrica (NATIONAL INSTRUMENTS, 2013). Os extensômetros apresentam como principais características grande precisão, boa linearidade, ampla faixa de temperatura, apresenta excelente resposta estática e dinâmica e é pequeno, leve e barato.

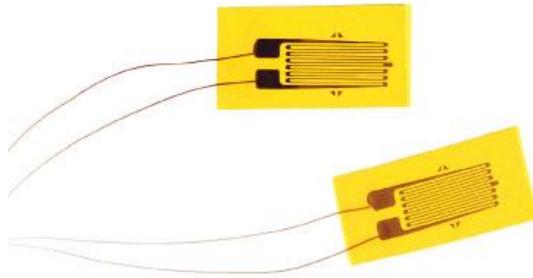


Figura 3.2 - Extensômetros metálicos.

Fonte: Site Omega.

Já a ponte de Wheatstone é um circuito que serve para descobrir o valor de uma resistência elétrica desconhecida. Utilizam-se os resistores em ponte com uma fonte de tensão de excitação, pois as mudanças na resistência são muito pequenas. Essa ponte pode ser usada de diferentes formas para medir a resistência. Pode determinar seu valor absoluto usando outra resistência conhecida como comparação ou então para determinar variações relativas. Na última, extensômetros são utilizados. Essa ponte consiste em quatro braços resistivos com uma tensão de excitação, V_{ex} , que é aplicada através da ponte. Na Figura 3.3 visualiza-se um esquema da Ponte de Wheatstone e na equação 1 tem-se a tensão de saída, V_o , da ponte.

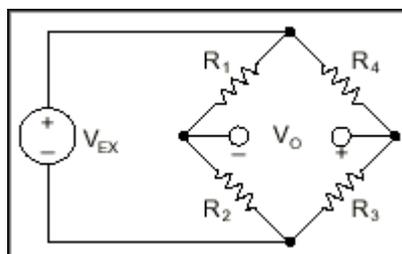


Figura 3.3 - Ponte de Wheatstone.

Fonte: National Instruments, 2013.

$$V_o = \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \cdot V_{ex} \quad (3.1)$$

Quando $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3}$, $V_o = 0$. Nessas condições a ponte se diz balanceada. Qualquer mudança em qualquer resistência irá mudar o valor da tensão de saída. Substitui-se uma das resistências por um Strain Gauge. Em uma situação ideal, a resistência do Strain Gauge mudaria apenas

em resposta à distensão aplicada. Porém ela também muda de acordo com mudanças na temperatura. A variação da resistência devido à dependência da resistividade do material com a temperatura acarreta numa deformação aparente induzida termicamente, produzindo erro no valor da verdadeira deformação a se medir. São feitas compensações para reduzir a sensibilidade térmica, mas ela ainda existe. Uma possibilidade para reduzir ainda mais a sensibilidade térmica é o uso do dummy gauge que é quando se usa dois strain gauges na ponte. Um será o ativo e o outro será o dummy.

Na figura 3.4 pode-se ver uma ponte completa, já na equação 3.2 tem-se a tensão de saída, V_o , da ponte. As equações 3.3 e 3.4 representam a distensão (que pode ser positiva - tração - ou negativa - compressão) e o fator gauge (GF – indica à sensibilidade à distensão). A ponte completa apresenta uma sensibilidade ainda maior que a discutida anteriormente, obtendo a melhor relação entre a tensão de saída e deformação. Além de compensação automática de temperatura.

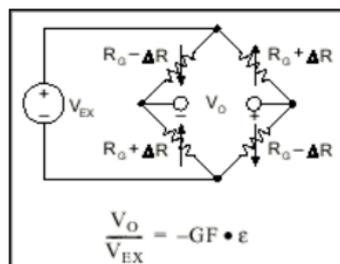


Figura 3.4 - Circuito de ponte completa.

Fonte: National Instruments, 2013.

$$\frac{V_o}{V_{EX}} = -GF \cdot \epsilon \quad (3.2)$$

Onde:

$$\epsilon = \Delta L / L \quad (3.3)$$

$$GF = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L} = \frac{\Delta R / R}{\epsilon} \quad (3.4)$$

3.3 Banco de Dados

Atualmente o uso de bancos de dados já se tornou algo cotidiano. Muitas vezes, atividades rotineiras do dia a dia envolvem o acesso a tais componentes que passam despercebidos a

quase todos. Exemplos aplicáveis a qualquer um são a consulta de algum dado de determinada conta bancária, pesquisa por um livro em alguma biblioteca ou livraria, compra ou reserva de passagens aéreas etc.

Tem-se como banco de dados uma coleção de dados relacionados, sendo que dados são fatos que podem ser gravados e que possuem um significado implícito (ELMASRI, 2005). O banco de dados representa aspectos do mundo real que será referido como minimundo e possui um grupo de usuários definidos e algumas aplicações desenvolvidas de acordo com os interesses dos grupos. As informações devem estar armazenadas de forma lógica e organizadas para permitir aos usuários realizarem pesquisas, recuperar dados e atualizá-los.

O Sistema Gerador de Banco de Dados (SGBD) é um sistema de software de propósito geral que facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de banco de dados entre vários usuários e aplicações (ELMASRI, 2005). O catálogo do banco de dados é onde se encontram a definição das estruturas de cada arquivo e o tipo e o formato de armazenamento de cada item de dados e suas restrições.

Um banco de dados suporta muitos usuários e cada qual com sua própria perspectiva. Assim, são apresentadas várias visões de um mesmo componente. Pode ser um subconjunto dos dados ou ser uma visão virtual dos mesmos. Isso pode ser muito bem exemplificado através do sistema de banco de dados de um banco. As funcionalidades apresentadas para um funcionário interno e para um cliente são muito distintas. Assim, cada um tem acesso a uma visão diferente do banco.

Após essa introdução, é possível compreender um pouco melhor a estrutura de um banco de dados para um aeroporto. Quando um cliente reserva ou compra uma passagem online, ele já estará se cadastrando no banco de dados em questão. No momento do check-in será adicionado o restante das informações necessárias juntamente com a bagagem. Atualmente a bagagem é pesada e o funcionário entra com o valor registrado no sistema. Em seguida é gerado um código de barras para identificação que será anexado à bagagem e ao bilhete do cliente.

3.4 Armazenamento das bagagens

Devido ao intenso tráfego de pessoas diariamente em um aeroporto, operações envolvendo bagagens como identificação, armazenamento e outras, serão cada vez mais intensas. Além de

envolver diversas operações, muitas vezes as malas estarão próximas do peso máximo permitido. Assim, é necessário uma logística para otimização de tais processos.

Para esse aspecto específico, empresas já notaram a demanda de um sistema eficiente envolvendo bagagens em aeroportos. As soluções dessas empresas podem ser bem distintas entre si, porém todas apresentam como foco principal a movimentação de bagagens.

A Rockwell Automation propõe um sistema de transporte não apenas de bagagem, mas também de outras cargas, serviço de alimentação, pessoal, manutenção, estacionamento automatizado, sistemas de direção de estacionamento etc. Vale a pena ressaltar que a independência de cada área é garantida pela empresa. Seu sistema conta com scanner, sensores e controladores em esteiras para controle de informações e planejamento de transporte. A Rockwell Automation está presente em aeroportos do mundo inteiro, mas é ainda mais vista na América do Norte.

Outra opção é trazida pela Siemens. Essa empresa foca mais na logística e em processos que envolvam diretamente a bagagem, desde o check-in até a coleta da mesma pelo passageiro no seu destino final. Uma grande diferença da Rockwell é que o projeto da Siemens também envolve a parte de software que objetiva o gerenciamento de triagem, otimização do fluxo de materiais, monitoramento técnico e controle de supervisão. Essa empresa implementou mais de 300 sistemas de logística em aeroportos. Logo, também traz consigo grande experiência nessa área.

Assim, ambas as opções possuem suas próprias qualidades e podem ser aplicadas em aeroportos para facilitar operações envolvendo bagagens. Como todo passageiro traz consigo pelo menos uma mala e muitos passageiros passam por no mínimo um aeroporto, a terceirização desse serviço de logística e transporte é uma opção muito sensata que pode contribuir muito para um funcionamento eficiente e maior satisfação do cliente.

Um problema muito encontrado em um aeroporto é a localização da bagagem de um determinado passageiro quando este desiste de voar após realizado check-in. Isso gera gastos com buscas em torno de apenas uma mala dentre milhares delas e pode gerar atrasos para a decolagem do voo.

3.5 Extravio de bagagens

Muitos fatores influenciam para o extravio e perda de bagagens, tais como: o crescimento do trânsito nos aeroportos, o aumento das conexões entre voos, o curto espaço de tempo das operações de embarque e desembarque e o aumento do volume de malas transportadas. De acordo com Lima e Leandro (2009) a maior causa de extravio ocorre devido à falta de informação em conexão de voos e curto espaço de tempo no qual a bagagem passa de uma aeronave para outra. Vê-se na tabela 3.1 a influência de cada um desses fatores para o extravio.

Tabela 3.1 - O que causa extravio de bagagens

CAUSA	OCORRÊNCIA
Extravio durante uma ligação entre dois voos	49%
Falha ao embarcar	16%
Erro no bilhete / troca de bagagem / segurança / outra	14%
Extravio no aeroporto de chegada	8%
Erro no embarque / desembarque	5%
Aeroporto / alfândega / condições meteorológicas / espaço ou restrição de peso	5%
Erro de etiquetagem	3%

Fonte: Worldtracer, 2008.

Lima e Leandro (2009) mostraram que funcionários de uma companhia descobriram que o código de barras utilizado para identificação de bagagens pelas empresas era consideravelmente afetado pelas impressões resultantes de equipamentos sujos. Isso pode provocar leituras indevidas pelos scanners e encaminhamento da bagagem para destinos incorretos. Assim, processos regulares de limpeza de impressoras ajudariam a prevenir possíveis extravios, mas ainda estaria sujeito a possíveis impressões de não tão boa qualidade.

Diariamente 2 milhões de bagagens (incluindo malas e objetos pessoais) são despachados diariamente em aeroportos pelo mundo. Desses 2 milhões, aproximadamente 20.000 volumes se extraviam. As empresas aéreas são as responsáveis pelo extravio ou dano da bagagem dos passageiros transportada no bagageiro (ANAC, 2009). De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil, a bagagem pode ser considerada extraviada até 21 dias para voos internacionais e até 30 dias para voos nacionais. A perda de bagagem gera uma indenização obrigatória ao cliente que deverá ser paga pela companhia aérea prestadora de serviços. Para

voos internacionais essa indenização pode chegar a US\$30 por quilograma de bagagem. E em voos nacionais o valor total da indenização pode chegar até 3.000,00 reais.

4 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE PESAGEM PROPOSTO

4.1 Concepção Geral

Conforme o desenvolvimento do trabalho notou-se que um método a resolver parte do problema seria a proposta de um sistema mais integrado do que o atual, limitando o poder de inserção de dados do atendente. Com isso, evitariam-se possíveis fraudes no registro do peso da bagagem.

Outros problemas a serem analisados foram a falta de controle de bagagens nos bancos de dados atuais e seu extravio. Vale a pena ressaltar que o sistema de pesagem proposto levou em consideração as instalações e estruturas atuais dos aeroportos. O objetivo era propor um sistema possível de ser implementado e interessante para os aeroportos em geral.

4.2 Balanças

Uma opção seria a balança 2090 Carbono da Toledo evidenciada na Figura 4.1. São oferecidas em diversos tamanhos, capacidades e terminais de pesagem. A sua estrutura foi projetada para suportar pesos até 20% a mais da sua carga máxima. Protegida contra impactos acidentais. Pode ser usada como pesadora, verificadora, classificadora ou contadora. É de fácil leitura, sem erros de interpretação, maior durabilidade, manutenção reduzida e fácil transporte. Possibilidade de interligação a sistemas automatizados, etiquetadores e impressores.



Figura 4.1 - Balança Toledo 2090 Carbono

Fonte: Site Toledo do Brasil

A segunda opção encontrada foi a Balança Saturno em aço carbono mostrada na Figura 4.2. Possuem diversas dimensões para a plataforma de pesagem, indicador eletrônico digital, display LCD de 6 dígitos para indicar o peso medido, indicador visual de peso estabilizado, saída serial RS 232 e alguns fatores opcionais.



Figura 4.2 - Balança Saturno em aço carbono.

Fonte: Site Balanças Saturno.

Após pesquisas realizadas, a balança mais adequada para aplicação em questão foi a balança Siciliano, Figura 4.3. Ela apresenta comunicação Ethernet e rede TCP-IP podendo interagir com computadores e aplicações de software. A maior diferenciação desse sistema proposto é sua capacidade de comunicação. Essa balança Siciliano foi a mais indicada nesse aspecto. Dentre suas diversas características se encontram: sistema de suporte a redes TCP/IP, função de data e hora, aprovada pelo Inmetro, mostrador digital de LED vermelho, Bluetooth, rede de balanças, wireless, Ethernet, dentre outras.

Assim, com essa balança é possível passar o peso da bagagem diretamente para o banco de dados, sem a necessidade de interferência do atendente. Com isso, já resolveria a questão de fraude de pesagem. Além disso, é possível colocá-la em rede, conectando-a com outras balanças. Na Tabela 4.1 abaixo foi feita uma comparação entre as três balanças avaliadas acima, facilitando selecionar uma delas.



Figura 4.3 – Balanças em rede.

Fonte: Site Balanças Siciliano.

Tabela 4.1 - Comparação entre opções de balanças.

BALANÇA	TCP/IP	Saída Serial RS 232	Display Digital	Saída para impressora	Colocar em rede	Função de data e hora
Toledo	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Saturno	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
Siciliano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Para evitar a pesagem incorreta ou com uma considerável margem de erro, deve-se ocorrer a calibração das balanças como um processo a ser feito com uma frequência de no máximo seis em seis meses, semelhante às manutenções preventivas realizadas em diversas situações. Esse procedimento deve ser realizado independente do tipo de balança escolhida, pois qualquer uma se encontra sujeita a problemas na pesagem após certo tempo de uso.

4.3 Inserção de informações de bagagens no banco de dados

Atualmente, as informações armazenadas das bagagens consistem em seu peso e seu dono. Uma proposta para aumentar o controle sobre elas é a inserção de maiores informações sobre a mesma. Além de seu peso e seu dono, informações a respeito de suas dimensões, modelo e fabricante podem ser inseridas para maior controle caso seja extraviada, confiscada ou inspecionada. Uma possível medida seria uma colaboração entre fabricantes e malas e aeroportos. Poderiam ser vendidos para os aeroportos arquivos computacionais com a identificação dos modelos fabricados para inserção no banco de dados das companhias aéreas. Assim, durante a realização do check-in, o passageiro terá uma opção rápida e viável de identificação da sua mala. Caso haja algum tipo de problema, seja pelo excesso de peso ou transporte de algum item proibido, o mesmo também pode ser registrado no sistema.

Com essas maiores informações no banco de dados, até questões de segurança podem ser aprimoradas. Uma bagagem com explosivos é encontrada no aeroporto abandonada, por exemplo. Além das câmeras de segurança, as características da mala contidas no banco de dados podem ser usadas para reduzir o número de suspeitos ou até mesmo identificá-lo(s).

Tais informações também podem ser muito úteis para identificação de bagagens extraviadas, diminuindo a dor de cabeça de passageiros quando passam por tal situação. Além de diminuir as despesas da companhia aérea em compensar financeiramente os passageiros que se

encontram sem sua bagagem. Também podem ser usadas para a localização de uma determinada mala quando o passageiro desistir de voar de última hora.

4.4 Interface HTML

Vale a pena ressaltar que HTML não é uma linguagem de programação e sim uma linguagem de marcação. Ela encapsula os dados e descreve o que fazer com eles, mas não como fazer. Para ser uma linguagem de programação é necessário ser ‘Turing complete’, ou seja, ela precisaria ser capaz de realizar cálculos, mudar informações contidas em algum tipo de memória, tomar decisões e mudar o fluxo de execução, o que a HTML não é. Uma opção cabível em aeroportos é a programação em PHP. Esta é uma linguagem de programação Server-Side Scripts (‘scripts executados no servidor’). Quando o usuário acessa uma página PHP por meio de seu browser, todo código PHP é executado no servidor, e os resultados são enviados para seu navegador. Essa linguagem apresenta suporte a vários bancos de dados (MySQL, Oracle, PostgreSQL, dentre outros). Essa característica é muito importante para a aplicação em questão que irá trabalhar com banco de dados de aeroportos. Pode-se ver uma visão geral do funcionamento dessa linguagem na Figura 4.4.

As linhas de código PHP são embutidas no código HTML. O HTML é a linguagem padrão para criação de páginas de Internet. Como o próprio significado da sigla informa, o HTML é capaz de proporcionar hiper-textos. Hiper-texto é um modo que proporciona ao usuário uma maior interação com textos de uma página web, onde informações são interligadas intuitiva e associativamente. Assim o leitor assume uma papel ativo, sendo ao mesmo tempo co-autor.

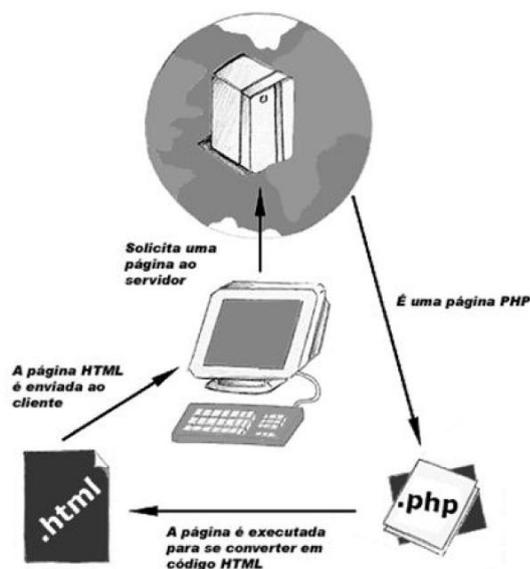


Figura 4.4 – Esquema do funcionamento da linguagem PHP.

Fonte: PHPBRASIL, 2006.

A vantagem da construção de interfaces HTML seria a possibilidade de acesso de qualquer informação contida no banco de dados em qualquer guichê da companhia. Assim, caso uma bagagem fosse extraviada, no aeroporto de destino seria possível consultar sua localização.

Tornaria possível também a criação de visões de acesso para passageiros, para que eles próprios possam acessar um aplicativo da companhia aérea e consultar informações a respeito do próprio cadastro, do voo e outras informações.

4.5 Tecnologia RFID

A tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) é muito usada para rastreamento, identificação e gerenciamento de produtos, usando a radiofrequência para capturar dados que serão lidos sem a necessidade de campo visual direto. Sua origem se encontra no contexto da Segunda Guerra Mundial. O sistema de radar foi construído pelo físico escocês Sir Robert Alexander Watson-Watt que também desenvolveu um sistema para identificação de aeronaves amigas no radar, realmente protegendo-se contra ataques inimigos. Os radares permitiam a identificação de aeronaves se aproximando, porém não mostravam quais eram inimigas e quais eram amigas. Então transmissores foram instalados em aeronaves inglesas, identificando-as de maneira específica no radar. Assim surgiu o primeiro sistema de identificação por rádio frequência. A rádio frequência é composta por um leitor com antena, transponder (Tag, RF Tag, etiqueta eletrônica) e um computador ou outro tipo de controlador.

Ela permite a captura automática de dados, permitindo a codificação em ambientes hostis e em casos nos quais o uso da tecnológica de código de barras não é eficaz.

O Transponder é o responsável por carregar os dados de um sistema RFID. Consiste de uma antena e um microchip eletrônico e só é ativado quando está na mesma frequência de um leitor. Esse dispositivo também é fabricado em diversas formas e materiais, sendo cada um mais propício a um determinado tipo de aplicação. Eles podem ser de dois tipos: somente-leitura (RO) ou leitura-escrita (RW). O primeiro já vem com um número pré-gravado de fábrica em sua memória. Já no segundo, o usuário pode armazenar dados na memória utilizando um leitor/gravador.

Assim, esse sistema é composto basicamente por dois componentes: Transponder ou Tag que se situa no objeto a ser identificado; e o Leitor que pode ser um dispositivo de captura de dados ou de captura/transmissão de dados.



Figura 4.5 - Diferentes tipos de Transponders

Fonte: Cooking Hacks

O leitor, ou antena, utiliza um sinal de radio e é o meio que ativa o Tag para trocar ou enviar informações. Ele irá transmitir a informação, emitindo o sinal do circuito integrado para transmitir suas informações e converte as ondas de rádio do RFID para informações digitais. Depois de convertidas, elas poderão ser lidas e compreendidas pelo computador para possibilitar a análise de dados. As antenas são fabricadas em vários tamanhos e características distintas para cada tipo de aplicação. O leitor opera pela emissão de um campo

eletromagnético (radiofrequência), que é a fonte que alimenta o Transponder. Este irá responder ao leitor com o conteúdo de sua memória. Assim, não precisa de um campo visual para realizar a leitura do Tag.

A distância de leitura indica a que distância do leitor o transponder pode ser lido e é afetada por vários aspectos (tipo de transponder - ativo ou passivo - tamanho da antena do transponder, frequência de operação etc.). De acordo com o ambiente de trabalho, os seguintes aspectos devem ser analisados para escolha do melhor sistema de RFID: frequência do sistema, tipo de chip, formato e material do encapsulamento e o tipo de leitor.

A utilização dessa tecnologia se encontra em diversos campos. Alguns exemplos de aplicações são: pagamento via celular, pagamento em trânsito, controle de estoque, substituição de algumas aplicações que utilizam código de barras, rastreamento de animais, modalidades esportivas, identificação biométrica (passaporte biométrico), dentre outros.

A limitação do uso dessa tecnologia é em aplicações com metais devido aos campos eletromagnéticos. Porém encapsulamentos especiais podem contornar essa limitação, podendo ser usada para identificação de automóveis, vagões de trens e contêineres etc.

Os benefícios com o uso dessa tecnologia são a eliminação de erros de escrita e leitura de dados, reunião de dados mais rápido e de forma automática, redução do tempo para processamento de dados, maior segurança, operação segura em ambientes severos, não exige contato nem campo visual direto e grande diversidade de formatos e tamanhos. Vale ressaltar que todos os benefícios dessa tecnologia derivam de três principais características desse sistema que são: durabilidade das tags, precisão na transmissão de dados e a realização de leitura sem necessidade de contato. A tabela 4.2 mostra uma comparação entre RFID e código de barras. Assim é possível reparar a maior flexibilidade de um sistema que utiliza a tecnologia RFID.

Tabela 4.2 - RFID x Código de Barras

CARACTERÍSTICAS	RFID	CÓDIGO DE BARRAS
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Vida Útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

Fonte: Slide Share, 2010.

Depois de uma visão geral dessa tecnologia, fica claro a sua aplicabilidade na identificação e no controle de bagagens em aeroportos. Além de facilitar suas identificações, elas podem ser usadas para prevenir extravio das mesmas.

Uma possibilidade é a utilização de antenas em portões onde acontecem os carregamentos das aeronaves. Elas deverão indicar de alguma forma (leds, alarmes sonoros etc) quando alguma mala não pertencente aquele voo em específico for identificada. Isso iria prevenir um futuro extravio. Essa montagem também poderia permitir o acompanhamento da bagagem pelo próprio passageiro. Essa tecnologia seria muito útil para os passageiros e para as empresas aéreas. Ela poderia evitar futuras despesas com bagagens extraviadas.

Mais uma possível utilidade dessa tecnologia para aeroportos é facilitar e otimizar a busca de bagagens juntamente com a adição de informações sobre as mesmas nos bancos de dados. Atualmente não há nenhum controle nesse sentido, são identificadas apenas por um código de barras. Assim, quando um passageiro desiste de voar já tendo feito o check-in, é bastante complicado encontrar essa determinada mala dentre milhares sem nenhum método de busca para auxiliar. Com a nova tecnologia RFID, além de conter mais informações específicas, cada bagagem será identificada com um Tag. Com a ajuda dos scanners e antenas, a localização da mesma será muito mais otimizada e eficiente, economizando recursos e tempo.

5 COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE PESAGEM

Quando um passageiro chega ao aeroporto e precisa realizar seu check-in, ele vai em direção ao balcão de sua companhia aérea para registrar seus dados, pesar e identificar suas bagagens. Esse processo parece ser bem simples a princípio, mas pode gerar diversas complicações. Atualmente ele se inicia com o atendente pedindo ao cliente informações como as presentes em uma carteira de identidade. Após coletados esses dados, pesa-se a mala. Caso seu peso exceda o limite permitido, paga-se uma franquia. Em seguida a mala é direcionada para um local temporário e depois levada para a aeronave destinada para aquele determinado voo. Chegado a seu destino, o passageiro irá retirar sua bagagem numa aérea específica e então estará pronto para continuar suas atividades.

A primeira parte desse processo, registro de informações e pesagens, consiste em um atendente inserindo apenas as informações referentes ao cliente no banco de dados. Quanto à bagagem, insere-se apenas a informação a respeito do peso e vale a pena ressaltar que o responsável por essa etapa é o próprio funcionário. Como já citados anteriormente, alguns problemas surgem nesse primeiro momento. A falta de informações a respeito das malas pode dificultar uma futura localização ou fornecimento de informações e a balança mal calibrada registra um valor não correspondente ao seu peso real. Há também o problema de fraude quando o funcionário, em benefício próprio, registra que a balança se encontra dentro do limite de peso permitido quando na verdade o excedeu.

A segunda parte trata-se da separação das bagagens de acordo com a aeronave destinada ao voo de cada cliente e seu transporte para área de carga. Esse processo é muito delicado devido à possibilidade de escalas. Assim é necessário uma logística muito eficiente e um transporte otimizado de bagagens, já que são pesadas e em grande volume. Nesse momento pode haver a alocação indevida de carga, ou seja, uma mala é colocada em uma aeronave cujo destino não é o mesmo do que o destino do proprietário da mesma (extravio de bagagens). Esse prejuízo em particular é de responsabilidade total da companhia aérea, tendo que haver uma compensação financeira caso o cliente não receba sua bagagem em um determinado tempo estipulado.

Baseado nesses problemas evidenciados, pesquisas foram realizadas para encontrar equipamentos e rotinas de trabalho buscando soluções de tais questões. As propostas realizadas nesta monografia levaram em consideração a viabilidade de implementação. Elas consistiram em: mudar o tipo de balança usado, alterar parte do código do banco de dados

para inserir informações a respeito de bagagens, criação de uma página HTML para acesso ao banco de dados, criação de um aplicativo para permitir o acompanhamento da bagagem pelo passageiro, utilização de tecnologia RFID para identificação da mesma.

Em termos de pesagem, independente do tipo de balança usado, é necessário uma rotina de calibração a ser realizada de forma periódica para impedir a pesagem com valores incorretos. A nova balança Siciliano possibilita a maior comunicação entre os equipamentos utilizados. Assim é possível aumentar a confiabilidade do sistema, aumentar sua eficácia e permitir uma maior interação com o próprio passageiro, facilitando tanto o serviço do funcionário como permitindo uma maior sensação de segurança para o cliente. Com essa nova opção, os dados de pesagem são diretamente passados para o banco de dados, assim não haverá a possibilidade de fraude por parte do funcionário.

As mudanças realizadas no código do banco de dados e a criação da página HTML servirão para armazenar mais informações a respeito das bagagens, facilitando uma futura identificação e permitindo um maior controle sobre o que será transportado e para onde irá. A tecnologia RFID já estava sendo cogitada como uma das tecnologias a serem implementadas em aeroportos pelo fato de ser flexível em sua montagem e de fácil utilização.

Assim, como se pode perceber, todas as propostas podem ser implementadas tornando o sistema de pesagem muito mais eficiente e confiável, facilitando possíveis serviços futuros e ao mesmo tempo trazendo um lucro embutido para a companhia aérea. Com a diminuição de extravios e perdas de bagagens uma grande economia será gerada, além de que todas essas práticas visam uma maior segurança para o cliente que será acompanhada por uma maior confiabilidade e assim maior atratividade para o mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura atual em aeroportos conta com balanças, esteiras transportadoras, banco de dados e um sistema de código de barras para identificação de bagagens. Atualmente são encontradas várias brechas nessa estrutura que podem gerar diversas complicações para os passageiros e até mesmo para os próprios funcionários.

Ao realizar um levantamento sobre os problemas já enfrentados, identificou-se a pesagem errada de bagagens devido a erros nas balanças, suborno de funcionários para não pagar por excesso de bagagem, quebra e/ou danos no transporte da mesma, extravio de mala etc. Tendo em vista essas dificuldades, objetivou-se propor soluções plausíveis de serem implementadas para a resolução ou amenização de tais problemas.

Vale a pena ressaltar que as soluções foram analisadas de acordo com vários aspectos, porém o principal seria a viabilidade de implementação. Assim, levou-se em consideração as estruturas já existentes em aeroportos e visou-se mudanças passíveis de serem aprovadas e realizadas.

Foi possível encontrar balanças próprias para pesagens em plataformas que fossem próprias para comunicação em rede e transmissão de dados direto para o computador. Essa parte evitaria fraudes no processo de pesagem e geraria maior confiabilidade na segurança do voo. A tecnologia RFID também é uma opção acessível para o rastreamento de bagagens e um maior controle das mesmas. Assim poderia até resolver o problema de extravio de bagagens, sendo de grande interesse para as companhias aéreas. Estruturas de acesso ao banco de dados através de páginas HTML permitem o acesso de informações através de qualquer lugar do mundo, facilitando diversas consultas, desde localização de bagagens até mesmo consulta de dados de passageiros.

As soluções propostas acima cumprem os requisitos de custo e eficiência desejados na proposta dessa monografia. Assim os objetivos foram cumpridos e a proposta geral alcançada.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como continuação e aprimoramento desta monografia, vários trabalhos multidisciplinares podem ser executados. A área de engenharia de produção pode agir na área de armazenamento de bagagens tanto dentro quanto fora das aeronaves para facilitar o processo de carregamento e descarregamento.

A área de TI pode aprimorar o banco de dados em aeroportos para maiores inserções a respeito das bagagens e o desenvolvimento de páginas HTML para acesso ao banco de dados. A área de automação pode ficar a cargo da implementação do uso da tecnologia RFID para identificação de bagagens e o uso de scanners para o acompanhamento das mesmas.

Mesmo prevalecendo uma determinada área em cada aspecto, o desenvolvimento dessas soluções deve ser um trabalho multidisciplinar. Afinal, o contexto de um aeroporto envolve tantos aspectos que nada mais justo do que exigir o mesmo para o desenvolvimento de propostas viáveis de serem implementadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APLICAÇÕES RFID da Technotag. **SlideShare**. 29 jan. 2010. Disponível em: < <http://pt.slideshare.net/labceo/ciclo-de-palestras-ep-276-aplicaes-rfid-da-technotag>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BALANÇA Romana. **Museu de Física da Universidade de Coima**. Disponível em:< <http://nautilus.fis.uc.pt/museu/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

CIRIACO, D. Como funciona a RFID? **TecMundo**. 17 ago. 2009. Disponível em:< <http://www.tecmundo.com.br/tendencias/2601-como-funciona-a-rfid-htm> >. Acesso em 12 nov. 2016.

COMUNICAÇÃO ETHERNET – Balanças em Rede TCP/IP. **Balanças Siciliano**. Disponível em: < <http://balancassiciliano.com.br/indicador-sds-ethernet-balancas-em-rede-tcp-ip/>>. Acesso em 11 nov. 2016.

COSMO, J. Balança no aeroporto é notificada por pesagem errada. **LeiaJa**, 18 dez. 2015. Disponível em:< <http://www.leiaja.com/noticias/2015/12/18/balanca-no-aeroporto-e-notificada-por-pesagem-errada/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de banco de dados**. 4 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005, 730 p.

IPEM encontra irregularidade em cinco balanças de bagagem em Cumbica. **G1**, São Paulo, 15 ago. 2016. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/08/ipem-encontra-irregularidade-em-cinco-balancas-de-bagagem-em-cumbica.html>>. Acesso em 11 nov. 2016.

IPEM-SP reprova balanças em aeroportos. **Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo**, 03 set. 2015. Disponível em: < http://www.ipem.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=7386:2015-09-03-21-00-02&catid=198:2015-01-05-10-46-54&Itemid=642 >. Acesso em 10 out. 2016.

LIMA, C. A. LEANDRO, J. B. **Razões de Perdas e Extravios de Bagagens nos Aeroportos**. 2009. Disponível em:< <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/viewFile/52/15>>. Acesso em: 10 out. 2016.

LINGUAGENS de Programação Utilizadas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:< <http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/linguagens.html> >. Acesso em 12 nov. 2016.

LIS, L. Anac aprova regra que autoriza aéreas cobrarem por bagagem despachada, **G1**. 13 dez. 2016. Disponível em:< <http://g1.globo.com/economia/noticia/anac-aprova-regra-que-autoriza-aereas-cobram-por-bagagem-despachada.ghtml>>. Acesso em: 14 dez. 2016

MEDINDO distensão com Strain Gauges. **National Instruments**. 2013. Disponível em: < <http://www.ni.com/white-paper/3642/pt/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

O Aeroporto de Buenos Aires Ezeiza, Duty Free e transfer para o hotel. 2013. **Meus Roteiros de Viagem**. Disponível em: < <http://www.meusroteirosdeviagem.com/2013/09/aeroporto-ezeiza-buenos-aires.html> >. Acesso em: 10 out. 2016.

O Livro dos Mortos do Egito Antigo. **Aum Magic**. 8 mar. 2012. Disponível em: < <http://aumagic.blogspot.com.br/2012/03/o-livro-dos-mortos-do-egito-antigo.html> >. Acesso em: 10 out. 2016.

Operação surpresa flagra balanças irregulares em aeroportos de São Paulo. **Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo**, 17 jun. 2012. Disponível em: < http://www.ipem.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3757:operacao-surpresa-flagra-balancas-irregulares-em-aeroportos-de-sao-paulo-video-tv-folha-&catid=148:ipem-na-midia-2012&Itemid=405 >. Acesso em 10 out. 2016.

PEREIRA, M. F. **Cálculo da Incerteza de Medição na Calibração de uma Balança de Pressão**. 2006. 78 f. Monografia. Trabalho Final de Curso em Engenharia de Petróleo e Metrologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.

PEREIRA, V. S. **Como referenciar figuras e imagens**. 2012. Disponível em: <http://www.contornospesquisa.org/2012/08/como-referenciar-figuras-imagens-e.html>. Acesso em: 12 nov. 2016.

PUHLMANN, H. Introdução à tecnologia de identificação RFID. **Embarcados**. 31 mar. 2015. Disponível em:< <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-tecnologia-de-identificacao-rfid/> >. Acesso em 12 nov 2016.

REDE-rs-485. **Banças Siciliano.** 2015. Disponível em: <
<http://balancassiciliano.com.br/roletes-e-acessorios/rede-rs-485/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

RFID Tag Combo. **Cooking Hacks.** Disponível em:< <https://www.cooking-hacks.com/rfid-tag-combo>>. Acesso em: 10 out. 2016.

SCHNEIDER, C. L. **Desenvolvimento de um Sistema de Pesagem na Expedição a Granel.** 2012. 30 f. Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Panambi, 2012.

THE Strain Gage. **Omega.** Disponível em: <
<http://www.omega.com/literature/transactions/volume3/strain.html>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Duque de Caxias, RJ : INMETRO, 2012. 81p.