

INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA CALÇADISTA: CONFORTO E SEGURANÇA DOS PÉS ATRAVÉS DA INOVAÇÃO

Marco Antonio da Silva¹

Prof. Sérgio Nikolay²

RESUMO

Este estudo de caso tem como objetivo mostrar como a inovação está presente na indústria de calçados por meio da análise do desenvolvimento de um novo conceito em botas de segurança. Objetiva-se ainda, através da comparação com outros dois compostos utilizados atualmente, mostrar a superioridade do composto à base de etil-vinil acetato (EVA). Os resultados foram obtidos através de pesquisa qualitativa e quantitativa com delineamento do estudo de caso de uma indústria de calçados do Vale do Paranhana. Foram analisados testes de laboratório, de conforto e de uso através de normalização específica. Como resultado final deste desenvolvimento, propõe-se a colocação no mercado deste novo produto, que atende às necessidades de conforto e segurança dos usuários com uma nova tecnologia inovadora, em nível nacional.

Palavras-chave: Inovação. Segurança. Botas. Conforto. Sustentabilidade. EPI³.

ABSTRACT

This case study aims to show how innovation is present in the footwear industry by developing a new concept in hands of security. By comparing with two other materials currently used to show the superiority of ethyl-vinyl acetate (EVA). The results were obtained through qualitative and quantitative research in a case study of a footwear industry Paranhama Valley. We analyzed laboratory testing, comfort and use using specific standards. As a result we present a new product that meets the needs of comfort and security of users with a new technology applied.

KEY WORDS: Innovation. Security. Boots. Comfort. Sustainability. EPI.

¹ Acadêmico do MBA 2007 em Gestão Empresarial das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT. marco.silva@azaleia.com.br

² Professor das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT. Orientador do trabalho.

³ E.P.I – Equipamento de Proteção Individual.

1 INTRODUÇÃO

As questões relativas à forma como as inovações ocorrem nas organizações motivam a busca de respostas sobre as dimensões e demais pontos relacionados ao tema. Assim, este trabalho pretende mostrar a inovação no âmbito das organizações em especial a sua inserção como importante componente estratégico de uma indústria de calçados do Vale do Paranhana.

Pretende-se, a partir deste estudo de caso, analisar os três tipos de botas de segurança (composto à base de EVA⁴, à base de PVC⁵ e à base borracha) nos aspectos mais relevantes quanto ao uso, conforto e satisfação dos usuários.

Assim, verifica-se ser possível, em um mesmo produto, atender aos requisitos de segurança e conforto e, por consequência, dar melhores condições aos trabalhadores de executar suas tarefas, aumentando a satisfação, a eficiência e a redução de acidentes de trabalho. Por fim, aumenta a competitividade da empresa e dão alternativas técnicas de custo, qualidade e desempenho para enfrentar a competição do mercado globalizado.

O agronegócio e a construção civil são exemplos de mercados que vêm em uma crescente vertiginosa, segundo os indicadores de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Junto a isso, as novas leis trabalhistas e as concepções de responsabilidade social e ambiental, aliadas ao aumento da satisfação dos operários na busca de maior eficiência e na redução dos custos operacionais, estão provocando uma mudança também nos equipamentos de segurança.

Este estudo de caso tem como objetivo geral comparar os dois compostos (PVC e Borracha) com o composto de EVA em uma empresa fabricante de botas de segurança, especificamente na conceituação de inovação, em seus tipos, e também mostrar como esse processo interfere nos resultados da empresa.

A metodologia utilizada é a pesquisa qualitativa e quantitativa. Segundo Yin (2001) pesquisa significa “procurar respostas para indagações propostas”. Ainda sobre o autor a pesquisa quantitativa traduz em números as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas, podendo utilizar-se de técnicas estatísticas. Já na qualitativa, é uma forma mais descritiva, as informações são mais sensíveis dos usuários, os dados são analisados indutivamente, como os testes de uso. Na quantitativa, têm-se os dados dos testes físicos e de

⁴ EVA – Etil-vinil acetato.

⁵ PVC – Policloreto de vinila.

conforto, que são mensuráveis e numéricos. Em uma forma comparativa, objetiva-se extrair as diferenças e os pontos fortes para melhorar cada bota em análise com o fim de justificar a inovação proposta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em 2010, no Brasil segundo os indicadores de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existe mais de 11,5 milhões de trabalhadores formais na indústria de transformação, agronegócio, construção civil e química. Com esse volume, tais segmentos formam um grande mercado para equipamentos de segurança, mais especificamente o de botas de segurança. Levando em conta que uma bota tem durabilidade média de 10 meses, esse mercado tem um grande potencial de consumo. De acordo com dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que, desde 2003, adotou 28 de abril como Dia Mundial da Segurança e Saúde no Trabalho, ocorrem anualmente 270 milhões de acidentes de trabalho em todo o mundo. Aproximadamente 2,2 milhões deles resultam em mortes. No Brasil, segundo o relatório, são 1,3 milhão de casos, que têm como principais causas o descumprimento de normas básicas de proteção aos trabalhadores e más condições nos ambientes e processos de trabalho.

Segundo o estudo da OIT de 2009, o Brasil ocupa o 4º lugar em relação ao número de mortes, com 2.503 óbitos. O país perde apenas para China (14.924), Estados Unidos (5.764) e Rússia (3.090). Na década de 1970, o Brasil registrava uma média de 3.604 óbitos para 12.428.826 trabalhadores. Nos anos de 1980, o número de trabalhadores aumentou para 21.077.804 e as mortes chegaram a 4.672. Já na década de 1990, houve diminuição: 3.925 óbitos para 23.648.341 trabalhadores.

Dados dos Ministérios do Trabalho e Emprego e Previdência Social de 2005 mostram que as áreas com maior número de mortes são transporte, armazenagem e comunicações, com sete óbitos entre 3.855 trabalhadores; a indústria da construção, com seis óbitos entre 6.908 trabalhadores; e o comércio e veículos, com cinco óbitos entre 24.782 trabalhadores.

O calçado de segurança é uma peça importante no equipamento de segurança a ser utilizado em muitos postos de trabalho. Existe uma vasta gama de características de segurança que podem ser incorporados no calçado, desde a biqueira de segurança (muitas vezes de aço), a palmilha de segurança (também de aço), a resistência elétrica, resistência térmica e ao fogo, a resistência a óleos e a produtos químicos e muitas outras. As características a incorporar no

calçado dependem da análise de riscos dos postos de trabalho: deve-se primeiro conduzir uma análise dos riscos a que o trabalhador esteja sujeito e encontrar no mercado um calçado que tenha características de proteção que proteja as pessoas dos riscos.

De acordo com os últimos dados da Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho (ANIMASEG), divulgados em outubro de 2010, o mercado de Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) movimentou R\$ 1,5 bilhão em 2009. Apesar de os dados de 2010 ainda não terem sido divulgados pela Associação, a expectativa de crescimento fica em torno de 10%. A taxa de crescimento deve-se à conscientização das empresas e a cobrança por meio de Normas Técnicas, entre elas a última versão na norma de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR-10) e a norma de Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde (NR-32). O aumento de trabalhadores com carteira assinada também influencia na taxa de crescimento do setor.

Tecnicamente, os EPIs são divididos em nove grupos segundo a ANIMASEG: calçados de segurança, que representaram 36% deste mercado em 2009; equipamentos contra quedas, com participação de 26%; vestimentas de proteção, 20%; proteção respiratória, 7%; proteção auditiva, 1,5%, proteção dos olhos de face, 3,5%; capacetes de segurança, 1,2%; cremes de proteção, 1%; e os demais equipamentos representam 1% da movimentação deste mercado.

2.1 Inovação

Adam Smith já no século XVIII apontava a relação entre acumulação e de capital e tecnologia de manufatura, estudando conceitos relacionados às mudanças tecnológicas, divisão de trabalho, crescimento da produção e competição (Freeman e Soete, 1997). No século XIX, List foi pioneiro ao introduzir o conceito de investimento intangível, afirmando que “a condição de um país é resultante da acumulação de todas as descobertas, invenções, melhoramentos, aperfeiçoamentos e esforços de todas as gerações que viveram antes de nós: isso forma o capital intelectual da raça humana”. Esses estudos não tinham, no entanto, a pretensão de entender a dinâmica do processo de mudança tecnológica. Foi só a partir dos trabalhos de Marx, na segunda metade do século passado, e de Schumpeter, na primeira metade deste século, que a tecnologia é analisada mais profundamente nas respectivas teorias de desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1982).

Segundo Schumpeter (1982): “É necessário que se desenvolvam meios para se integrar “materiais” e conhecimento para se alcançar o desenvolvimento econômico, e, para isto, é

necessário a introdução descontínua de novas combinações dos elementos citados, a formação destas novas combinações é o processo inovador”. Dentro desta aproximação com a inovação, Schumpeter propôs três fases básicas para o processo de inovação:

- **Invenção**, como resultado de um processo de descoberta, de princípios técnicos novos, potencialmente abertos para exploração comercial, mas não necessariamente realizada.
- **Inovação**, como o processo de desenvolvimento de uma invenção de forma comercial;
- **Difusão**, como a expansão de uma inovação em uso comercial, novos produtos e processos. A inovação é, portanto, limitada à comercialização de um produto novo ou a implementação de um novo processo de fabricação.

A teoria Schumpeteriana de desenvolvimento Econômico trata de cinco tipos de atividades de inovação que envolve o processo de inovação (Schumpeter, 1982):

1. **Introdução de um produto novo ou uma mudança qualitativa em um produto existente;**
2. **Novo processo** de inovação na indústria (que não precisa envolver um conhecimento novo);
3. **A abertura de um mercado novo**, um mercado em que uma área específica da indústria ainda não tenha penetrado independentemente do fato do mercado existir antes ou não;
4. **Desenvolvimento de novas fontes de provisão** para matérias-primas ou outras contribuições, independentemente do fato da fonte existir antes ou não;
5. **Mudança organizacional.**

As formas de mudanças permanecem como “o impulso fundamental que perpetua e mantém o sistema capitalista em movimento” (Schumpeter, 1982).

Segundo Rivkin (2002), inovar é ter uma idéia que seus concorrentes ainda não tiveram e implantá-la com sucesso. A inovação deve fazer parte de estratégia das empresas, tendo como foco o desempenho econômico e a criação de valor.

Um dos maiores desafios do mundo corporativo moderno, a inovação, tem, na realidade, um conceito simples. É a iniciativa, modesta ou revolucionária, que surge como uma novidade para a organização e para o mercado e que, aplicada na prática, traz resultados econômicos para a empresa, segundo Nóbrega (2004).

Para Gundling, da multinacional 3M, um novo advento apenas pode ser considerado inovação se for “implementado com sucesso e se produzir resultados econômicos.” (GUNDLING, 2000, p.68).

Considerando que as inovações são capazes de gerar vantagens competitivas a médio e longo prazo, inovar torna-se essencial para a sustentabilidade das empresas no futuro.

Com isso, essa nova forma de gestão tem a capacidade de agregar valor aos produtos de uma empresa, diferenciando-os, ainda que por um período curto de tempo, dos seus concorrentes. Isso se torna ainda mais importante em produtos de tecnologia, *commoditizados* e de moda.

Esse modelo de gestão voltado para novos produtos e processos pode estar no desenho, no produto, nas técnicas de marketing ou no serviço prestado ao cliente. Ela está nos cremes hidratantes, nos automóveis, nos detergentes, nos aviões, nas roupas, e até nos calçados. Acontece nas ruas, nos centros comerciais, nas revistas. A “luz” da inovação está no consumidor, por isso é preciso atender a suas necessidades para efetivamente criar valor (RODRIGUEZ, 2004).

Para Tushman e Nalder (1986) as inovações podem ser classificadas por: produto, processo, negócio e gestão. Neste trabalho, analisam-se, através do estudo de caso, as inovações de produto e processo, que, juntas, são chamadas de inovações tecnológicas pelos mesmos autores.

Segundo Harrington (1899), produtos são quaisquer bens que passam por um processo de beneficiamento, transformação ou de montagem. Agregando utilidade, valor e qualidade ao produto final. Já processo, pelo mesmo autor, é qualquer atividade que recebe uma entrada, agrega-lhe valor e gera uma saída para um cliente interno ou externo. Os processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos.

Inovação de produto consiste em modificações nos atributos, com mudanças na forma como ele é percebido pelos consumidores.

Já a de processo trata de mudanças nas etapas de produção dos produtos. Não gera necessariamente impacto no produto final, mas produz benefícios no processo de produção. Esses benefícios podem ser traduzidos em aumento de produtividade, redução de custos, produção limpa, ganhos energéticos, entre outros.

Para Christensen (2001), a dinâmica deste processo de um modo geral está dentro das empresas e universidades. É por meio delas que a tecnologia, os produtos, idéias chegam ao mercado. A maioria das grandes empresas possui áreas inteiras dedicadas à inovação, são laboratórios, centro de pesquisas e desenvolvimento que executam através de pesquisadores

estas tarefas. Outro fator fundamental é a interação com parceiros públicos e privados na busca de resultados.

Os benefícios não se limitam às empresas. As inovações possibilitam aos países e suas regiões o aumento do nível de empregos e renda, maior qualificação, atratividade por outras empresas de diferentes atividades, além de serem portas de entrada para o mundo globalizado (DRUCKER, 1992).

Em uma nova e moderna visão, o processo como um todo não está mais “aprisionado” aos limites dos grandes laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas ele é resultado da interação entre os pesquisadores de diversas naturezas e interesses. As redes de conhecimento modernas devem ser capazes de articular e gerenciar as diversas competências desses novos pesquisadores com o objetivo de atingir o sucesso na concepção das inovações. Assim, as empresas devem se tornar capazes de interagir com laboratórios públicos de P&D e com parceiros na busca de seus novos objetivos.

A inovação tecnológica é um conceito muito difundido no ambiente empresarial, existe um consenso de que é o elemento de sucesso para a competição e sobrevivência das empresas. É possível afirmar que inovar de maneira constante e eficiente é um desejo das empresas que gostariam de serem líderes de mercado em que atuam. Existem várias ações que são fundamentais para o surgimento, tais como a contratação da força de trabalho qualificada; investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos; a construção de um relacionamento com as universidades e centro de pesquisa; entre outras. Todo este processo pode ter mais de uma razão ou necessidade. Segundo Simantob (2003) existem várias razões para inovar, sendo elas também classificadas por:

- a) Razões tecnológicas: desenvolver novos produtos e serviços, alterar ou melhorar os métodos de produção existente, imitar os líderes em inovação, adaptar as tecnologias desenvolvidas por outras as necessidades da empresa e melhorar o desempenho de técnicas existentes.
- b) Razões econômicas: podem ser de ordem de produto e de processos. Produto: Substituir produtos obsoletos, aumentar a gama de produtos, manterem atual posição de mercado, entrar/abrir novos mercados. As de processo: melhorar a flexibilidade na fabricação, reduzir custos e consumo de materiais, reduzirem consumo de energia, reduzir defeitos na fábrica e devoluções de qualidade pelos clientes, reduzir custo com pessoal e custos trabalhistas (passivo), melhorar as condições de trabalho, reduzir a poluição ambiental.

3 METODOLOGIA

Utiliza-se a metodologia com uma análise qualitativa e quantitativa através de uma pesquisa exploratória. Os critérios de avaliação são os testes físicos, os de conforto e de uso. Os resultados destes critérios buscam conceituar de forma qualitativa e quantitativa os três tipos de botas de segurança, trazendo suas diferenças, os pontos fortes e a melhorar em uma comparação sistemática de propriedades individuais de cada uma delas. Essa comparação assegura uma avaliação mais criteriosa e facilita a tomada de decisão. A partir do próximo item, é demonstrada a sistemática de avaliação de cada uma das botas em cada grupo de avaliação. As três botas foram produzidas pela empresa Y.

A fim de manter o sigilo industrial, a empresa do estudo de caso será chamada de empresa “Y”. Essa empresa é a união de duas grandes empresas nacionais voltadas para a fabricação de calçados. A empresa “X” iniciou suas atividades em 1958, voltadas aos segmentos de calçados esportivos femininos. Já a empresa “Z” foi fundada em 1959, tendo como base a fabricação de botas de segurança e, posteriormente, a fabricação de calçados esportivos. Atualmente, a fusão das empresas “X” e “Z” resultou em um parque fabril com 45.000 colaboradores, espalhados por sete unidades fabris de produção no Brasil e dois no exterior. Produzem, atualmente, 185.000 pares de calçados/dia, sendo 12% botas de segurança. A empresa está presente em mais de 80 países, sendo líder nacional nos mercados esportivo e de botas de segurança.

Desde a fusão, percebeu-se que as tecnologias aplicadas nos calçados esportivos (tênis) poderiam ser também aplicadas nas botas de segurança. Novos materiais, processos limpos, maior conforto ao usuário e consumidor, regeneração de resíduos e uma maior competitividade em termos de custo com um grande diferencial tecnológico alavancariam as vendas e sua participação neste mercado.

A realidade atual dos mercados, com a crescente concorrência chinesa e o excesso de oferta no mercado brasileiro, fez com que a empresa voltasse seus esforços para o desenvolvimento de um produto inovador, que superasse as expectativas de conforto, do atendimento das normas de segurança e de custo.

3.1 Aplicação

A sistemática de avaliação foi realizada com três grupos de testes, a saber:

- a) Testes físicos: testes destrutivos em que foram avaliados, de acordo com normas internacionais os resultados de flexão, flexão a frio, perda por abrasão, dureza,

densidade entre outras propriedades. Tais testes foram realizados em laboratório interno da empresa;

- b) Testes de uso, em que foi avaliado o desempenho das botas por um grupo de usuários em condições reais de trabalho;
- c) Testes de conforto: neste grupo, foi avaliado, em laboratório contratado, o conforto de cada uma das botas, atribuindo a elas uma nota.

Estes três grupos foram escolhidos por seus resultados serem os mais importantes na adequação dos produtos às normas de segurança.

3.1.1 Características de cada composição

A empresa Y denomina suas formulações internas de composto, abaixo segue características dos três compostos:

- a) Composto de EVA: Sinônimo de conforto em calçado possui excelentes características de isolamento térmico, absorção de impacto e leveza. Basicamente é feito de: Polímero de acetato de vinila, carga mineral, lubrificante interno, expansor, reticulante a base de peróxido e másteres (pigmento). Os materiais são misturados em equipamentos especiais e depois são picados, formando pequenos grãos. Estes grãos são colocados em máquinas injetoras de alta pressão. O material é aquecido e por um sistema de rosca de pressão injetado dentro do molde;
- b) Compostos de PVC: Têm em sua estrutura: Polímero de policloreto de vinila, óleo plastificante, estabilizante térmico, lubrificante interno e másteres (pigmento). A mistura destes componentes nos dá um dos materiais mais versáteis utilizado na indústria calçadista. O composto vem na forma de grãos, depois é injetado em máquinas especiais pelo processo de aquecimento e pressão;
- c) Composto de borracha: Composto de borracha natural e/ou sintética, carga mineral, ativadores, protetores, antioxidantes, másteres (pigmento). Sua cura pode ser vulcanizada (aceleradores e enxofre) ou reticulada (peróxido). O processo mais utilizado é prensagem a quente.

A seguir, apresenta-se a foto com as botas avaliadas (EVA, PVC e borracha, respectivamente):



Figura 1: Tipo de botas.

Fonte: Empresa “Y”

3.1.2 Resultados

a) Resistência do calçado à flexão: Esse ensaio teve por objetivo determinar a resistência do calçado à flexão, indicando os possíveis danos quando submetidos ao flexionamento, como, por exemplo, quebra da sola, descolagem, quebras e trincas no cabedal, entre outros.

O ensaio foi realizado fixando o calçado em flexômetro (máquina SATRA STM 184), sendo o ângulo de flexão de 45°. Na tabela 1, seguem os resultados após um milhão de ciclos de flexão:

Tabela 1: resistência do calçado à flexão

Tipo de bota	Valores normativos	Resultado temperatura 23°C	Resultado temperatura -15°C
Borracha	1.000.000 ciclos sem danos	Quebra parcial solado 822.000 ciclos	Quebra parcial solado 822.000 ciclos
PVC	1.000.000 ciclos sem danos	1.000.000 sem danos	Quebra total solado 480.000
EVA	1.000.000 ciclos sem danos	1.000.000 sem danos	1.000.000 sem danos

Fonte: laboratório interno empresa Y

b) Resistência do calçado à perda por abrasão: Esse ensaio teve por objetivo determinar a resistência do calçado ao desgaste com o solo ou outro abrasivo, indicando a durabilidade do solado ao desgaste, avaliando a sua durabilidade.

O ensaio foi realizado fixando uma amostra do solado do calçado em abrasímetro (máquina DIN 53 516), sendo o percurso de 40m com peso de 10N. A seguir, apresentam-se os resultados:

Tabela 2: resistência do calçado à perda por abrasão

Tipo de bota	Valores normativos	Resultado
Borracha	Perda máxima 150mm ³	90
PVC	Perda máxima 150mm ³	120
EVA	Perda máxima 150mm ³	135

Fonte: laboratório interno empresa Y

c) Resistência do calçado ao deslizamento: O objetivo foi avaliar o coeficiente de atrito entre o solado e um piso padrão, indicando de forma numérica qual solado “escorrega” mais. O ensaio foi realizado fixando um calçado a uma plataforma teste conforme NBR ISO 20345:2008 CALÇADO DE SEGURANÇA. O ensaio foi realizado em piso de ladrilho cerâmico molhado com solução detergente.

Tabela 3: resistência do calçado ao deslizamento

Tipo de bota	Valores normativos	Resultado
Borracha	Coeficiente de atrito mínimo Plano: 0,32 s Salto: 0,28 s	Plano: 0,42 Salto: 0,31
PVC	Coeficiente de atrito mínimo Plano: 0,32 s Salto: 0,28 s	Plano: 0,28 Salto: 0,17
EVA	Coeficiente de atrito mínimo Plano: 0,32 s Salto: 0,28 s	Plano: 0,35 Salto: 0,31

Fonte: laboratório interno empresa Y

3.1.3 Avaliação dos testes de campo

Os testes de campo foram realizados em dois ambientes: frigoríficos e abatedores. Foram colocados 150 pares de testes de campo, assim distribuídos:

- Em frigoríficos e abatedores: 25 pares de botas decompostos EVA, de borracha e de PVC;
- Abatedores: 25 pares de botas de compostos EVA, de borracha e de PVC.

Os frigoríficos e abatedores escolhidos tinham como produção diária mais de 100.000 cabeças de frango e 150 bovinos. O contato dentro das empresas foi realizado e teve o acompanhamento e avaliação do SESMET (Setor Segurança do Trabalho). Todos os testes tiveram a duração da jornada completa de trabalho de oito horas por dia durante 60 dias. Foram utilizadas em várias funções, tais como abate, descarte, almoxarifado, limpeza e câmara fria. Em todos ambientes, o piso estava úmido ou molhado e com contaminantes como sangue e gordura animal.

As botas tiveram contato direto com sangue de frango e gado, gordura, água, produtos químicos (detergentes e óleos). Em todos os frigoríficos e abatedouros onde ocorreram os testes de campo, foram utilizados os mesmos produtos químicos na lavagem, higienização, limpeza das botas de composto de EVA / Borracha / PVC, com os mesmos compostos químicos, mudando somente os fabricantes.

Os usuários (homens e mulheres) exerciam atividades tais como andar, carregar, puxar, arrastar, tracionar, empurrar máquinas e equipamentos. O sangue de frango, comparado ao de suíno, bovino, caprino, ovino, tem poder de acidez 50% maior, e isso exige maior desempenho e segurança das botas, tanto no cabedal e solado quanto durabilidade, desgaste, descolamento solado ao cabedal.

3.1.4 Índice de avaliação de conforto

A seguir, apresentam-se os resultados dos ensaios determinação da massa do calçado:

a) Determinação da massa do calçado: Esse ensaio teve como objetivo determinar a massa da bota, pois quanto mais leve, mais confortável. A tabela 4 apresenta o nível de conforto da massa do calçado para uso adulto, de acordo com a norma ABNT: NBR 14.835/2008.

Tabela 4: determinação da massa do calçado

Nível de conforto da massa	Pontos	Femininos n° 35	Masculinos n° 40
Muito confortável	9	Abaixo de 180g	Abaixo 280g
Confortável	7	De 180g a 280g	De 280g a 380g
Normal	5	De 280,01g a 380g	De 380,01g a 480g
Desconfortável	3	De 380,01g a 480g	De 480,01g a 580g
Muito desconfortável	1	Acima 400g	Acima 580g

Fonte: IBTeC (2011)⁶

A seguir os resultados:

⁶ IBTeC: Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos.

Tabela 5 – Resultado do ensaio de massa do calçado masculino

Tipo de bota	Peso em g	Avaliação
Borracha	968	Muito desconfortável
PVC	723	Muito desconfortável
EVA	376	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

b) Determinação da dinâmica da distribuição da pressão plantar: A pressão plantar é a forma como o impacto é distribuído na planta do pé. A norma técnica brasileira prevê que essa distribuição seja medida em duas regiões, calcâneo (posterior do pé) e cabeça dos metatarsos (região anterior do pé) durante a marcha, já que nessas regiões é onde ocorrem as pressões mais elevadas. O ensaio teve como objetivo evidenciar a existência de picos de pressão elevada na região plantar que podem provocar desconforto, sintomas de dor ou de calosidade nos pés.

A coleta dos dados dinâmicos da pressão plantar foi realizada em sete tentativas, com pelo menos três passadas completas de marcha, para o pé esquerdo e para o pé direito, sobre uma superfície uniforme, plana e rígida, com velocidade média controlada, sendo quatro km/h para calçados femininos e de cinco km/h para masculinos.

Tabela 6: determinação da dinâmica da distribuição da pressão plantar

Tipo de bota	Avaliação calcânea Referência 320 KPa	Avaliação metatarsos Referência 320 KPa	Resultado
Borracha	241	216	Confortável
PVC	215	185	Confortável
EVA	191	189	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

c) Temperatura interna do calçado: Esse ensaio avaliou a temperatura interna da bota durante uma caminhada de 30 minutos na esteira. Para esse ensaio, a temperatura com os pés descalços foi estabilizada dentro da faixa de 28°C a 31°C. Após a estabilização, colocou-se a meia e o tênis a ser ensaiado e registraram-se os dados de temperatura inicial e final. A variação de temperatura não deveria ultrapassar 5,5°C.

Quanto mais alta a temperatura, maior será a liberação de suor pelo tecido epidérmico, pois o controle da temperatura interna do corpo é realizado pela perda de água (suor) por meio desse tecido. Estima-se que uma pessoa produza, em média, 100 litros de água, o equivalente a uma caixa d'água grande, durante um ano, por meio do tecido epidérmico dos pés. O controle da temperatura e da umidade dentro de um calçado é de fundamental importância

durante o processo de desenvolvimento do produto, pois um pé molhado dentro do calçado, além de ser desconfortável, diminui a coordenação motora do usuário. O ideal seria que as palmilhas conseguissem absorver o suor, evitando que o pé do usuário escorregasse dentro da bota quando da sua utilização. Para tanto, é necessário que os materiais internos que compõem o calçado tenham propriedades de transpiração, absorção e desorção para que o calçado possa manter pé seco durante o uso. A seguir, apresentam-se os resultados:

Tabela 7 : temperatura interna do calçado

Tipo de bota	Varição máxima da temperatura em °C	Avaliação das amostras	Resultado
Borracha	5,5	7,4	Desconfortável
PVC	5,5	7,1	Desconfortável
EVA	5,5	5,1	Normal

Fonte: IBTeC (2011)

d) Índice de amortecimento do calçado: Esse ensaio teve por objetivo verificar se a bota é capaz de minimizar o peso corporal sobre os pés do usuário. Simulou-se a caminhada de uma pessoa sobre uma pista com sensores que identificassem o grau de impacto sofrido pelo mesmo. O nível de conforto é determinado pelo índice de amortecimento:

Tabela 8 – Índice de amortecimento do calçado

Nível de conforto do índice de amortecimento	Pontuação	Índice de amortecimento %
Confortável	9	≥ 50
Normal	5	≥ 35 a < 50
Desconfortável	1	< 35

Fonte: IBTeC (2011)

Os resultados desse ensaio auxiliam na identificação de solados e materiais com capacidade de absorver os impactos que ocorrem durante a locomoção, evitando sobrecargas nas articulações dos membros inferiores (pernas) e na coluna. Impactos muito elevados podem provocar desconfortos, sintomas de dor ou até mesmo lesões nas articulações. Um calçado que ofereça um bom índice de absorção do impacto oferecerá, seguramente, uma proteção às estruturas músculos-esqueléticas do usuário.

Na tabela a seguir os resultados do índice de amortecimento:

Tabela 9 – Avaliação

Tipo de bota	Valores mínimos %	Avaliação das amostras	Resultado
Borracha	35	42	Confortável
PVC	35	32	Desconfortável
EVA	35	61	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

e) Determinação do índice de pronação do calçado: Esse ensaio teve como objetivo avaliar a pronação do calçado durante a marcha. A pronação (rotação interna do calcâneo), quando excessiva, tende a induzir a rotação da tíbia (osso longo da perna). Como o joelho é uma articulação do tipo dobradiça (realiza flexão e extensão), as rotações na articulação do joelho aumentam as sobrecargas nas estruturas internas da articulação.

O ensaio foi realizado na esteira ergométrica, em que foi feita a avaliação do ângulo de pronação do pé descalço e calçado.

A determinação dos índices de pronação, induzidos pelo calçado, é essencial para a segurança, saúde e desempenho do usuário, já que a caminhada e a corrida geram esforços repetitivos, tendendo ao aparecimento de lesões nas articulações do joelho.

Tabela 10 - determinação do índice de pronação do calce

Tipo de bota	Valores máximos	Avaliação das amostras	Resultado geral
Borracha	6.0°	3,3	Normal
PVC	6.0°	4,0	Normal
EVA	6.0°	0,7	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

f) Determinação dos níveis de percepção do calce: Esse ensaio foi realizado durante 30 minutos de marcha em esteira e teve por objetivo avaliar como ocorre a adaptação do calçado ao pé e se havia marcas e ou lesões. Foram utilizados sete usuários com peso e altura diferentes, sempre calçando numeração 40 Brasil. A percepção qualitativa do usuário é definida com base na sensação de bem-estar, adaptação do calçado aos pés, flexibilidade do cabedal e solado e a sensação de segurança e estabilidade durante o caminhar. A classificação da percepção do calce é avaliada numa escala de 1 a 10.

A seguir, apresentam-se os resultados de cada bota:

Tabela 11 – Determinação dos níveis de percepção do calce

Percepção do calce		Escala
Sensação durante a realização do calce	Mal-estar	Bem-estar 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Adaptação do calçado aos pés	Não se adapta	Adapta-se 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Liberdade de movimentos	Sem liberdade	Com liberdade 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Segurança e estabilidade ao caminhar	Inseguro/instável	Seguro/estável 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fonte: IBTeC (2011)

Tabela 12 – Resultados

Tipo de bota	Valores mínimos	Avaliação das amostras	Resultado geral
Borracha	4,0	5,7	Normal
PVC	4,0	5,2	Normal
EVA	4,0	8,6	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

Marcas/lesões: Com relação ao ensaio de marcas e/ou lesões, verificou-se a ausência total de lesões, percepção de uma ou mais áreas de pressão, sintomas de dor e /ou formação de bolhas. A percepção do calce contribuiu também para avaliar as dimensões das formas usadas para a fabricação do calçado de acordo com cada numeração.

Tabela 13 – Marcas/Lesões

Tipo de bota	Valores mínimos	Avaliação das amostras	Resultado geral
Borracha	Não pode ser igual a sintomas de dor e/ou formação de bolhas e lesões.	Sintomas de dor	Desconfortável
PVC	Não pode ser igual a sintomas de dor e/ou formação de bolhas e lesões.	Percepção de mais de uma área de pressão	Normal
EVA	Não pode ser igual a sintomas de dor e/ou formação de bolhas e lesões.	Ausência total de lesões	Confortável

Fonte: IBTeC (2011)

g) Avaliação do Custo

Nesta tabela temos a avaliação do custo da mão-de-obra e do custo da matéria-prima.

Tabela 14 – Comparativo de custo

Tipo de bota	Resultado
Borracha	R\$ 18,65
PVC	R\$ 15,87
EVA	R\$ 12,35

Fonte: Engenharia industrial empresa Y

f) Síntese dos resultados

Testes	Borracha	PVC	EVA	Especificações
Resistência à Flexão 23°C	822.000 Quebra Parcial	1.000.000 Sem Quebra	1.000.000 Sem Quebra	1.000.000 ciclos Sem Quebra
Resistência à Flexão 15°C	822.000 Quebra Parcial	480.000 Quebra Total	100.000 Sem Quebra	1.000.000 ciclos Sem Quebra
Resistência à Abrasão	90	120	135	Máximo 150mm ³
Deslizamento Plano	0,42 s	0,28 s	0,35 s	0,32 s
Deslizamento Salto	0,31 s	0,17 s	0,31 s	0,28 s
Determinação de Massa	968g	723g	376g	Menor 380g
Pressão Plantar Calcânea	241	215	191	Mínimo 320 KPa
Pressão Plantar Metatarsos	216	185	189	Mínimo 320 KPa
Δ Temperatura Interna	7,4	7,1	5,1	Máximo 5,5°C Δ
Amortecimento	42	32	61	Máximo 35%
Pronação	3,3	4,0	0,7	Máximo 6.0°
Percepção do Calce	5,7	5,2	8,6	Mínimo 4.0
Marcas/Lesões	Desconfortável	Normal	Confortável	Confortável
Custo	R\$ 18,65	R\$ 15,87	R\$ 12,35	-

Fonte: IBTeC, Laboratório interno e engenharia industrial empresa Y

A análise das tabelas e dos indicadores mostra a superioridade da bota de EVA em relação às outras duas. Esse novo conceito de utilização do EVA, aliado ao conforto, custo e à segurança, torna viável a produção e comercialização deste novo e inovador produto.

4 CONCLUSÃO

Na atualidade, valoriza-se muito o conforto nos calçados e também seu desempenho, pois são desenvolvidos para proteger os pés, não os expõem a deformações ou a riscos de segurança.

A introdução deste novo produto, a bota de composto de EVA, traz consigo toda a inovação tecnológica em relação ao conforto e à segurança, atendendo às normas estabelecidas bem como satisfazendo os usuários. Ao satisfazer esses dois critérios certamente terá uma maior satisfação dos usuários, um ambiente de trabalho melhor, mais eficiência e menos acidentes, uma vez que a satisfação é um dos grandes fatores para aumento da eficiência e a redução dos acidentes de trabalho.

A comparação dos testes físicos mostra que a bota de composto de EVA tem desempenho igual no teste de deslizamento, não fica nem muito acima nem muito abaixo na comparação com as outras duas de materiais diferentes. No teste de flexão, a temperatura normal e os valores também são muito parecidos, não trazendo ganhos significativos. O grande diferencial é no teste de flexão à baixa temperatura, em que notamos uma diferença significativa entre os diversos tipos de botas analisados, concluindo-se que o desempenho e, por consequência, a durabilidade, da bota de composto de EVA é muito maior.

Na avaliação dos testes de campo, no resultado comparativo, novamente a bota de composto de EVA apresentou resultados superiores. Em relação ao conforto, as botas de composto de PVC tiveram melhor conforto térmico. Em uma comparação em relação à melhor calçabilidade (entrar e sair do pé), o composto de EVA é mais leve sendo mais fácil de calçar. Em se tratando do escorregamento, os resultados da bota de composto de EVA em relação à de composto borracha são menores, mas em relação às de composto PVC as de composto de EVA apresentam melhor desempenho. Outro fator importante é a lavagem e esterilização das botas, já que as de composto EVA e as de composto de borracha secam muito mais rápido em comparação as de PVC, isto se deve a tela de poliéster que é necessária na sua confecção. Nenhuma das botas analisadas apresentou infiltração. Todos os usuários que testaram as botas de composto de EVA não quiseram devolver, somente se recebessem outra igual em troca.

Os resultados do teste de conforto mostram grande diferencial entre a bota de composto EVA e as demais. Em todos os quesitos, a bota de composto de EVA foi superior, mostrando que a união deste material (o EVA) com um novo visual atende às novas necessidades dos usuários.

O fator que mostra os resultados econômicos é a diferença do custo da mão-de-obra e matéria-prima da bota de composto de EVA em relação às outras duas botas. Podendo a chegar a mais de 33% em comparação com a bota de composto de borracha.

Como um diferencial a ser bem trabalho, está à durabilidade das botas de composto de EVA em relação às de composto de PVC. Esse aspecto pode ser tanto uma estratégia de entrada em novos centros consumidores como também apresentar custo menor. Várias empresas do ramo de alimentos já estão interessadas no uso dessa inovação em suas unidades, construindo um novo mercado com altos níveis de satisfação.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO MATERIAL DE SEGURANÇA DO TRABALHO – ANIMASEG. Disponível em <<<http://www.animaseg.com.br/>>>. Acesso em 05 Jul. de 2011.

CHRISTENSEN, Clayton M. **O Dilema da Inovação**. São Paulo: Edna Veiga, Makron Books, 2001.

DRUCKER, Peter F. **A nova era da administração**. São Paulo: Pioneira, 1992.

GUNDLING, Ernest. *The 3M Way to Innovation: Balancing People and Profit*. Kodnser International, 2000.

NOBREGA, Clemente. **Ciência da Gestão: Marketing, Inovação, Estratégia**. Rio de Janeiro: Senac Rio, 2004.

RIVKIN, Steve. **Usina de idéias: Como manter sua empresa em constante inovação**. São Paulo: Campus, 2002.

RODRIGUEZ, Martins Vicente. **O Valor da Inovação**. São Paulo: Campus, 2004.

SCHREIRER, W. *Schuhkomforto aus der Sicht der Bekleidungs hygiene. Schuh-Technik*, Heidelberg: Hüthig, p.84-86, 3, 1993.

SIMANTOB, Moysés; LIPPI, Roberta. **Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas**. São Paulo: Globo, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso Planejamento e Métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

3 M DO BRASIL. Disponível em <<<http://www.3m.com.br/>>>. Acesso em 02 Ago. 2011.

TUSHMAN and ANDERSON, **Techonological Discontinuties and Organizational Environments**. Admistrative Science Quartely, 1986.

FREEMAN, C. e SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. 1 ed. São Paulo: UNICAMP, 2008.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento Econômico: Uma Investigação sobre o lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – Disponível em <<<http://www.ibge.gov.br/>>>. Acesso em 30 Maio. 2012.