Estoque Automatizado para Pastilhas Intercambiáves de Usinagem

Fábio Alexandrini
fabalex@unidavi.edu.br
UNIDAVI-IFC-RIODOSUL

Remigio André Censi
remigio_andre@hotmail.com
UNIDAVI-SENAI

Carla FD Alexandrini
carla_alex10@hotmail.com
UNIDAVI

José Ernesto De Faveri
faveri@unidavi.edu.br
UNIDAVI

Andreia Pasqualini Blass

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial está constantemente em busca de possíveis melhorias nas empresas por meio das tecnologias disponíveis no mercado. A necessidade de uma indústria mais eficiente, mais ágil, mais produtiva e com processos bem elaborados é cada vez maior. Dentro deste conceito foi elaborado este projeto de um estoque automatizado para pastilhas intercambiáveis de usinagem.

Para que as empresas que trabalham na área de usinagem tenham uma boa competitividade no mercado é imprescindível o investimento nas ferramentas de usinagem. Atualmente há muitas tecnologias relacionadas ao estudo, desenvolvimento, fabricação e utilização das ferramentas de corte. E a tendência são as pastilhas intercambiáveis, que nada mais são do que as partes da ferramenta que recebem o contato com a peça a ser usinada e que podem ser trocadas do suporte da ferramenta quando não estiver mais em condições de uso. Dessa forma não é necessária a troca, reafiação ou compra de um nova ferramenta, basta repor uma nova pastilha.

A utilização das pastilhas intercambiáveis promove um grande aumento da produção devido a sua durabilidade e praticidade proporcionado pela ampla gama de formatos e composições que buscam atender cada aplicação de forma específica.

Neste contexto, percebemos a necessidade de manter um estoque dessas pastilhas que, dependendo do porte da empresa, pode representar centenas de unidades. O gerenciamento desses estoques deve ser cuidadoso, pois devido a sua eficiência, essas pastilhas também possuem um alto custo e o extravio ou uso exagerado das mesmas pode ocasionar em uma perda financeira significativa para a empresa.

Com este trabalho quer-se apresentar uma solução para gerenciar e controlar estes estoques que são de alto custo e de tamanho reduzido. Foi então projetada uma gaveta com compartimentos restritos que são liberados eletronicamente. O usuário irá solicitar o item através de um microcomputador e apenas o compartimento que lhe é necessário será aberto, afim de minimizar os erros operacionais e tornar a retirada do material mais segura.

Devido a crescente necessidade de tornar os processos industriais mais precisos e gerenciáveis. A automação industrial vem de encontro à forma que são administrados os estoques de ferramentas de usinagem. São itens caros, que definem consideravelmente o andamento da produção de uma empresa.

2. Automação

De acordo com Moraes (2012) o termo automação tem como origem a palavra em inglês *automation*, que foi inventada na década de 1960 pelo *marketing* da indústria de equipamentos. A nova expressão tinha como objetivo enfatizar o uso do computador no controle automático industrial. Groover (2010) complementa ainda afirmando que o termos automação surgiu pelo engenheiro Del Harder referente aos dispositivos automáticos de transferência e mecanismos de alimentação, desenvolvidos pela Ford Motor Company.

Atualmente entende-se por automação qualquer sistema que faz uso de computadores, que substitui o trabalho humano promovendo a segurança das pessoas, a qualidade de vida dos produtos, a rapidez da produção ou a redução de custos, servindo de ferramenta para que as empresas alcancem seu objetivos.

Silveira (1998) afirma que automação industrial é oferecer e gerar soluções, pois ela sai do nível de chão de fábrica para voltar seu foco para o gerenciamento da informação.

Moraes (2012) explica que é errôneo pensar que a automação resulta somente do objetivo de reduzir os custos de produção. Na verdade a automação ocorre devido a outras necessidades exigidas pelo meio empresarial tais como maior nível de qualidade, como especificações numéricas de tolerância, por exemplo, maior flexibilidade de modelos para o mercado, maior segurança pública e dos operários, menores perdas materiais e de energia, mais detalhes e informação sobre o processo e melhor planejamento e controle da produção.

A automação abrange a implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, incluindo sistemas supervisórios e interfaces homem-máquina que possam auxiliar os operadores na supervisão e análise dos problemas que possam ocorrer ocasionalmente.

Em uma instalação automatizada é difícil distinguir as contribuições da engenharia, tanto a de controle dinâmico quanto a de controle lógico; o que se vê são computadores de interface homem-máquina, cabos de sinal e de energia e componentes físicos do processo, tais como motores, válvulas, tubulações, tanques, veículos etc (MORAES, 2012).

Como exemplo para explicação Moraes (2012) cita o caso de uma planta química pioneira de processo contínuo é claro que uma reação química teórica deve ser inicialmente comprovada em laboratório.

Ao ter sua viabilidade confirmada, a engenharia química deve montar uma planta-piloto para estabelecer as condições operacionais mais eficientes. Segue-se um projeto químico industrial para depois virem a engenharia civil do prédio, a mecânica e a hidráulica dos vasos e tubulações, e a de instrumentação (MORAES, 2012).

Ao mesmo tempo, a engenharia de controle dinâmico deve pesquisar modelos matemáticos do processo e projetar as malhas de realimentação capazes de manter as condições operacionais nos valores eficientes, considerando as perturbações previsíveis no processo e na qualidade dos insumos (MORAES, 2012).

Finalmente, cabe a engenharia de automação priorizando o controle lógico, através da implementação das regras desejadas para os eventos discretos no processo, ou seja, das manobras capazes de leva-lo aos níveis da operação eficiente. Deve ainda considerar os níveis de segurança para os componentes e para as pessoas, assim como os requisitos de monitoração, alarme e intervenção dos operadores e os relatórios gerenciais (MORAES, 2012).

A engenharia de automação deve selecionar os equipamentos de computação e de redes, depois programa-los, testá-los em bancada e acompanhar o desempenho

no *start-up* (todas a manobras necessárias para colocar um sistema e/ou subsistema em operação). Em plantas químicas pioneiras como esta, com os recursos tecnológicos digitais de hoje, a implementação das malhas do controle dinâmico é praticamente uma parte pequena das tarefas da engenharia de automação (MORAES, 2012).

Em outros casos frequentes, a engenharia de automação é solicitada a implementar simplesmente um processo operacional definido exclusivamente em termos de eventos. Por exemplo: energizar um forno ao chegar a tal temperatura, energizar tal motobomba, desenergizar quando certo nível de tanque seja atingido então energizado o motor do agitador, aguardar tantos minutos para desliga-lo e assim por diante (MORAES, 2012).

O crescimento das fábricas gerou a necessidade de plantas fabris ágeis, com grande produtividade e baixo número de paradas. Isso foi possível "graças à integração de sistemas e distribuição de inteligência nos diversos pontos da cadeia produtiva" afirma Capelli (2008).

O papel da automação industrial como uma forma de interagir as informações do processo, desde o nível do chão de fábrica que inclui os atuadores e sensores até o controle de processos foi decisivo pra que as indústrias tivessem condições de se tornar cada vez mais produtivas na busca de excelência na utilização de seus recursos (CAPELLI, 2008).

Todo este processo de desenvolvimento das fábricas fez com que outro aspecto dos funcionários fosse visto de um modo diferente e mais dedicado, as idéias. Os meios existentes para alterar e melhorar um processo são inúmeros e as idéias, pesquisas e reflexões sobre a forma que se está trabalhando são a chave atual para que a empresa tenha um diferencial, um destaque (CAPELLI, 2008).

> "No final do século XX, a automação e a produtividade reduziram o percentual de funcionários que desempenham funções de trabalho tradicionais, enquanto a demanda competitiva aumentou o número dos que desempenham função analíticas: engenharia, marketing, gerenciamento e administração. Mesmo os indivíduos ligados diretamente à produção e à prestação de serviços são valorizados por suas sugestões para melhorar a qualidade, reduzir custos e diminuir ciclos." (Capelli, 2008, pag. 19)

Afim de otimizar um processo industrial com qualquer que seja a idéia, a automação é a principal de todas as ferramentas para concretizar o projeto.

Com o fim da Revolução Industrial no século XIX, a força muscular, antes única forma de produção de bens, cedeu lugar às máquinas, cujo processo foi denominado *produção mecanizada*. Nessa situação o homem ainda era parte ativa, não como executor da tarefa produtiva, mas como controlador do processo. Mas as máquinas foram aos poucos evoluindo, tornando-se cada vez mais independentes do controle do homem, assumindo tarefas e tomando decisões. Esta evolução, a princípio ocorreu devido aos dispositivos mecânicos, hidráulicos e pneumáticos. Com a chegada da eletrônica, esses dispositivos foram sendo substituídos, e atualmente a microinformática assumiu o papel da produção automatizada, em que o homem, utilizando técnicas de inteligência artificial, materializadas pelos sistemas computadorizados, instrui um

processador de informações a desenvolver tarefas complexas e tomar decisões rápidas para controle do processo (CAPELLI, 2008).

Todo o sistema de automação segue um princípio comum em que o gerenciador do processo é realimentado de informações resultantes da conclusão de cada tarefa, de forma a redimensionar ou reorientar a etapa seguinte, com o objetivo de alcançar o resultado final mais próximo possível daquele a que o dispositivo foi instruído a executar através de informações codificadas (CAPELLI, 2008).

Um sistema de automação pode ter uma enorme variação de complexidade. Os sistemas mais simples mantêm ainda a forte participação do homem no processo. Os sistemas mais sofisticados basicamente dispensam a interferência do homem, a não ser como gerenciador do processo (CAPELLI, 2008).

A automação tem invadido os ambientes industriais, tornando-se cada vez mais complexa, à medida que procura substituir o homem em todas as tarefas que era de seu domínio na produção, principalmente tarefas repetitivas, lógicas e sistemáticas (CAPELLI, 2008).

3. Máquinas dispensadoras (Vendor Machines)

De acordo com os dados da ABVA (Associação Brasileira de Vendas Automáticas) as máquinas dispensadoras, também denominadas *vendor machines* tem a função de disponibilizar um determinado material armazenado quando este for selecionado e pago. O início de sua utilização data meados do século XVII onde um engenheiro de Alexandria criou uma máquina que disponibilizava uma quantidade de água benta em troca de uma moeda, o seu funcionamento era simplesmente mecânico, acionado pelo peso da moeda.

Essas máquinas são uma grande tendência no mercado global de conveniência. Hoje utilizadas principalmente no meio alimentício, elas vêm se tornando cada vez mais comum. Além da praticidade e segurança para o consumidor a máquina representa várias vantagens à empresa que está disponibilizando seu produto por esse meio. A utilização de uma máquina de venda automática representa a busca da empresa por novidade, é uma forma de edificar o nome da marca e de torná-la mais popular como comenta a ABVA.

Os dispensadores automáticos são uma solução de automação que tem ganhado cada vez mais espaço nas operações que demandam alto grau de acurácia de quantidade e localização diz um artigo da revista Intra Logística. Muito utilizados no controle de medicamentos em hospitais, os dispensadores automáticos ganharam espaço na gestão de ferramentas em almoxarifados (INTRALOGÍSTICA, 2011).

Os ATDs (“automatic tool dispenser”, dispensadores automáticos de ferramentas), como estão sendo chamados, são mais do que simples armários automatizados. Por trás dessas soluções encontra- se um sistema integrado de gestão que pode ser aplicado a todos os materiais que demandam controle eficaz de entrada, saída, saldo e localização (INTRALOGÍSTICA, 2011).

Bastante difundido hoje em dia pelos fornecedores de ferramentas de usinagem, a eficácia destes equipamentos depende de alguns fatores que vão desde as

ferramentas a serem armazenadas e a quantidade a ser instalada até o porte da empresa, volume e característica da produção. Antes da implantação deste recurso é recomendável que ocorra o questionamento de alguns assuntos. (CASTRO, 2005):

- O nível de segurança necessário;
- O tamanho e formato dos itens a serem estocados;
- Se serão armazenados itens consumíveis e/ou não consumíveis;
- A quantidade de itens e de dispensadores necessários;
- Se o estoque atual é central e/ou descentralizado.

Em certas empresas, existe uma preocupação em relação à disponibilidade de ferramentas de corte essenciais, o que encoraja o operador de máquina a acumular certos itens a fim de evitar a falta das mesmas que poderiam resultar numa parada de produção. Acontece que o acúmulo de fresas e insertos em gavetas nas máquinas geram dificuldades no monitoramento do fornecimento e re-estoque imediato e apropriado pelos almoxarifes. O resultado disso é normalmente uma série de super ou subdimensionamento dos itens em estoque. Os custos das ferramentas inevitavelmente sobem enquanto as máquinas ficam ociosas devido à falta da ferramenta certa. Na maioria das vezes a solução tem sido restringir o acesso às ferramentas e aumentar o monitoramento. Os estoques acabam parecendo bunkers fortificados (MMS ONLINE, 2007).

Castro (2005) cita as seguintes situações em que o dispensador pode ser um bom apoio na administração das ferramentas:

- Quando existe a necessidade de grandes deslocamentos ao almoxarifado central para solicitar ferramentas;
- Há excesso de itens mantidos nos estoques de apoio no chão de fábrica (como armários das máquinas);
- Não são todos os turnos de trabalho que possuem um almoxarife encarregado;
- A retirada diária de ferramentas deve ser limitada;
- O almoxarifado é aberto (dificultando a manutenção e definição de níveis corretos de estoque, a localização de itens, etc.).

4. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado por meio de uma pesquisa na modalidade exploratória e documental, onde houve um levantamento bibliográfico das informações relevantes ao tema.

A proposta inicial deste projeto foi desenvolver uma máquina dispensadora de pastilhas intercambiáveis de usinagem com um software que possibilite a coleta, o controle e o gerenciamento dos dados de estocagem. Esta proposta, entretanto, tornou-se bastante abrangente, pois envolvia várias áreas de estudo, o que tornou o projeto muito amplo. A fim de tornar este trabalho mais específico determinou-se dividir esta máquina em dois grupos: hardware e software e devido à maior relação com as

disciplinas acadêmicas cursadas foi definido como principal objeto de estudo deste projeto o hardware da máquina dispensadora de pastilhas intercambiáveis de usinagem.

A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi feita através do estudo e revisão principalmente de livros além de *sites*, artigos científicos e outros estudos científicos relacionados à automação industrial e o estoque de ferramentas de usinagem.

Tendo como base os conhecimentos adquiridos durante o curso superior e aproveitando também o contato que tive ao trabalhar na terceirização de gerenciamento de estoques de ferramentas de usinagem, foi desenvolvido o presente projeto com as características construtivas e funcionais que serão apresentadas. No apêndice encontra-se a relação das peças e orçamentos para a construção de um protótipo e nos anexos os datasheets dos componentes adotados no projeto.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Quer-se com este trabalho apresentar as ferramentas de hardware disponíveis para a obtenção de uma máquina dispensadora da forma mais prática e barata possível. A forma construtiva desta máquina é um armário de gavetas, cada uma com vários compartimentos. Tanto as gavetas como cada compartimento possui um sistema de travamento individual que só é desacionado via sistema ou, em caso de emergência, como a falta de energia, por meio de uma chave que permite a abertura manual de todos os compartimentos.

Em sua aplicação o usuário irá solicitar o item desejado por meio de um microcomputador que irá liberar o acesso apenas ao item solicitado o usuário abrirá a gaveta e coletará a pastilha intercambiável, depois fechará a gaveta para finalizar o processo.

Figura 1: Relação entre usuário-pc-gaveta-inserto

O princípio de funcionamento da gaveta é apresentado no fluxograma abaixo:

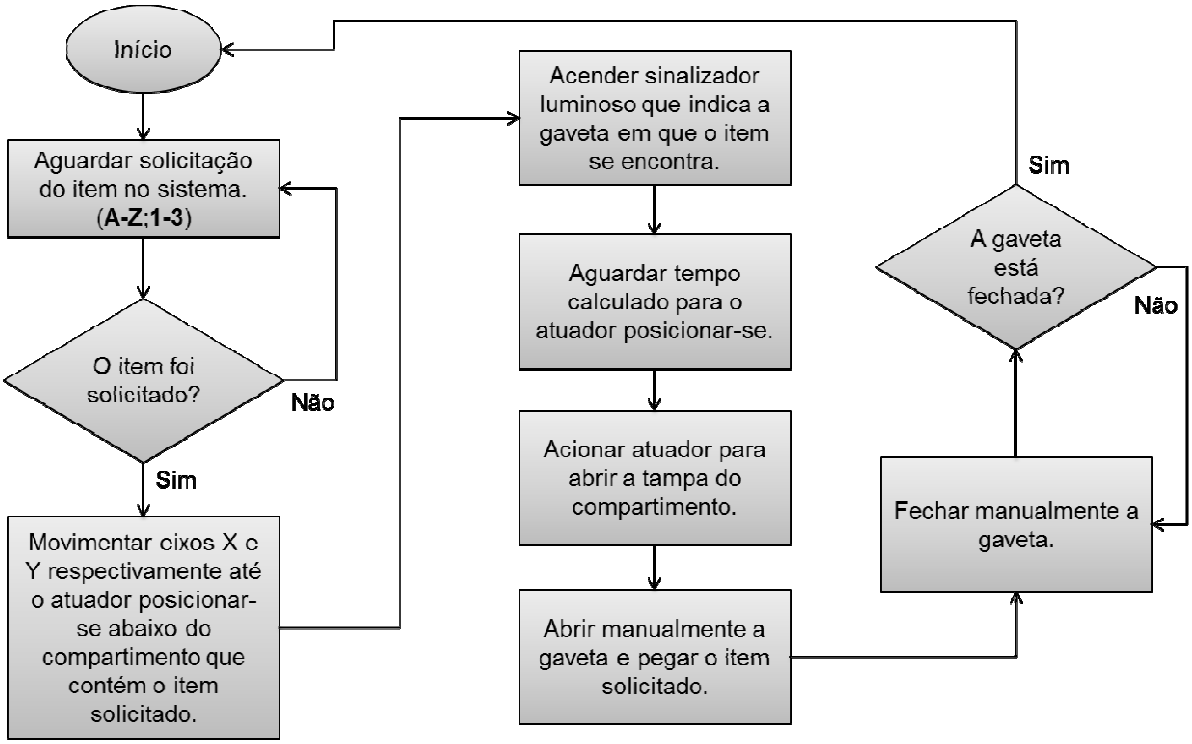


Figura 2: Fluxograma

No processo de movimentação dos eixos x e y a garantia de que os mesmos se encontrarão na posição correta é determinado pela precisão dos motores de passo, dessa forma não há a necessidade de sensores que confirmem o posicionamento final e inicial do atuador. Por este motivo o projeto possui apenas uma chave fim de curso responsável pela confirmação de que a gaveta foi fechada e que o processo de retirada do material foi concluído.

Quando se pensa em automação de estoque é comum pensar nas prateleiras verticais onde os produtos são manipulados por elevadores robotizados. Porém, nesta aplicação, os produtos são reduzidos e a configuração mais apropriada é a armazenagem horizontal. Assim como muitas empresas especializadas no gerenciamento de ferramentas de usinagem desenvolveram armários automatizados, o protótipo aqui elaborado é na forma de uma gaveta automatizada.

A gaveta é aberta manualmente, não possuindo nenhuma trava na mesma, sendo que apenas há, em seu interior uma chave fim de curso que atua quando a gaveta está fechada. Somente os compartimentos possuem acesso restrito e controlado eletronicamente.

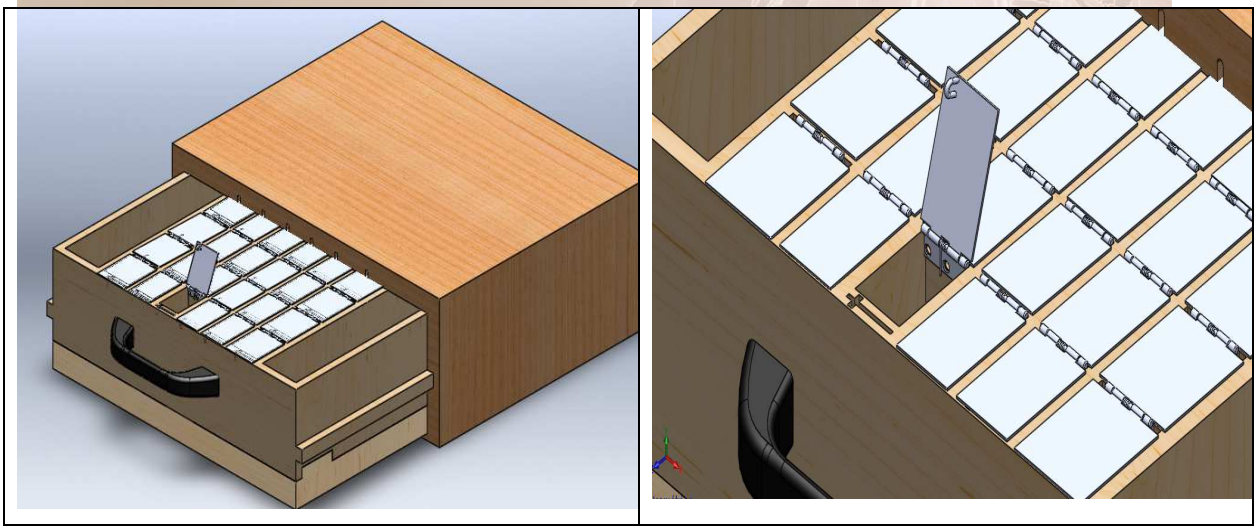


Figura 3: Protótipo da Gaveta Automatizada e Compartimento do Protótipo (2013)

Os compartimentos da gaveta possuem tampas que, por meio de uma mola, tendem a permanecer abertos, porém não totalmente. Dessa forma, é possível abrir a tampa mesmo quando a gaveta permanece fechada e depois puxar a gaveta permanecendo aberto o compartimento. Já, ao fechar a gaveta, a tampa retorna á posição inicial e um dispositivo mecânico a tranca novamente.

Estes dispositivos mecânicos de travamento foram projetados de modo que permaneçam na posição de travamento por meio de uma pequena mola e apenas abram no caso de um pulso na parte inferior ou quando a tampa está aberta e é pressionada contra o dispositivo, que, neste caso, irá travar a tampa. O dispositivo é composto por uma peça fixa, presa a gaveta, uma mola e uma peça móvel que tem seu movimento orientado por dois rasgos acoplados com a peça fixa.

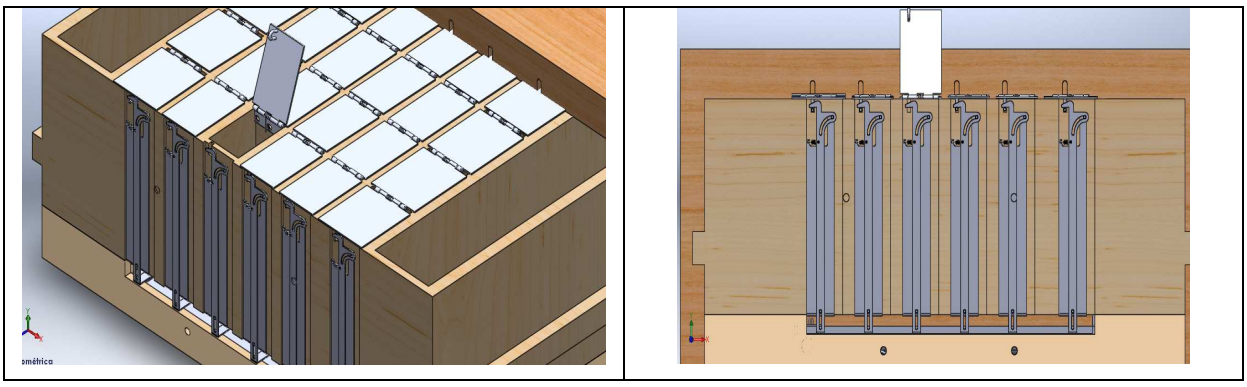


Figura 4: Dispositivos de travamento

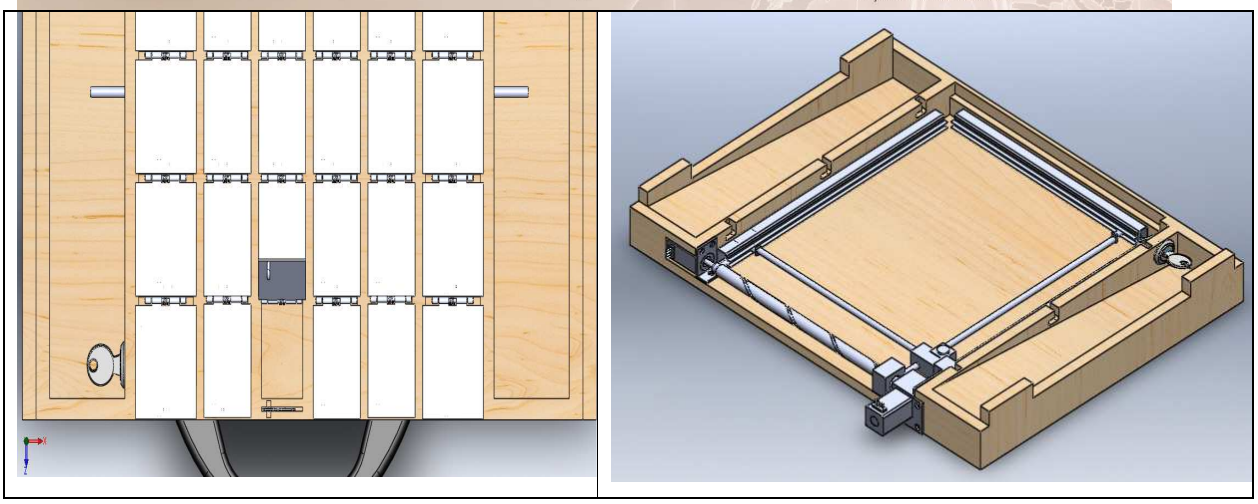


Figura 5: Vista superior dos compartimentos e Parte inferior da gaveta

A abertura dos compartimentos é feita por meio de um atuador que movimenta-se abaixo dos compartimentos em coordenadas X e Y graças aos eixos de rosca sem fim que são movidos por dois motores de passo respectivamente.

Este método de movimentar uma atuador abaixo dos compartimentos afim de destravar os mesmos torna viável a possibilidade de projetar gavetas com dimensões maiores e variadas sem um custo significativo a mais em eletrônica. O que, por exemplo, se usássemos uma trava solenoide para cada compartimento a quantidade de peças eletrônicas aumentaria, assim como o custo e a necessidade de um novo microcontrolador que suporte a quantidade de entradas e saídas eletrônicas.

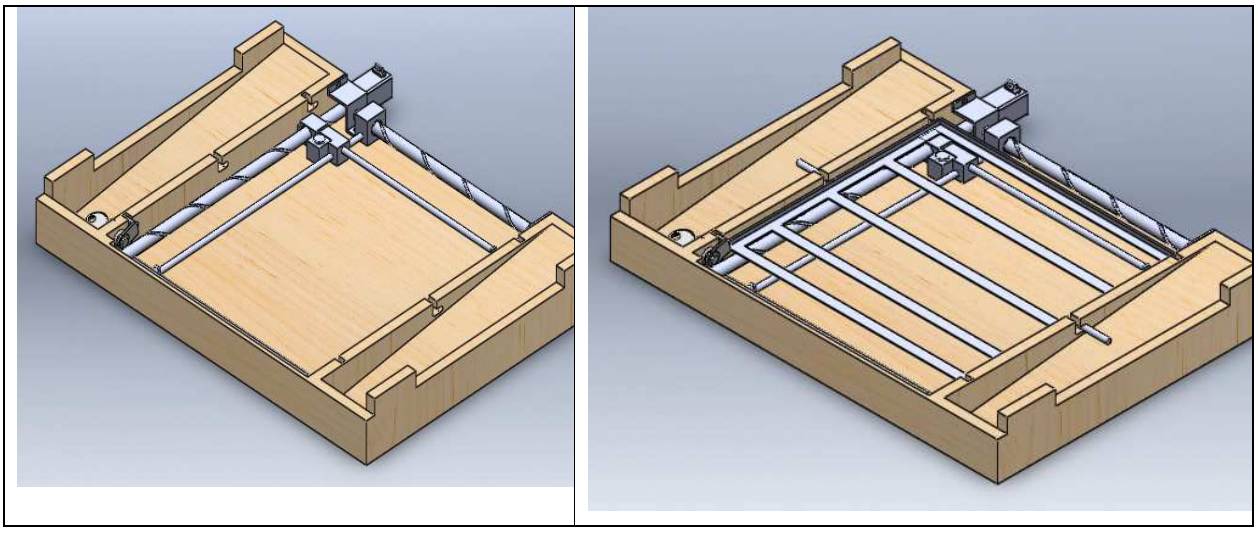


Figura 6: Parte inferior da gaveta e Dispositivo de abertura manual

Foi pensado também na possibilidade de uma queda de energia ou qualquer outro problema que impossibilite a abertura eletrônica dos compartimentos. Para esse fim foi projetado um dispositivo de abertura manual dos compartimentos. Com uma chave, o dispositivo é destrancado e ao puxá-lo e elevá-lo abre todos os compartimentos em caso de emergências.

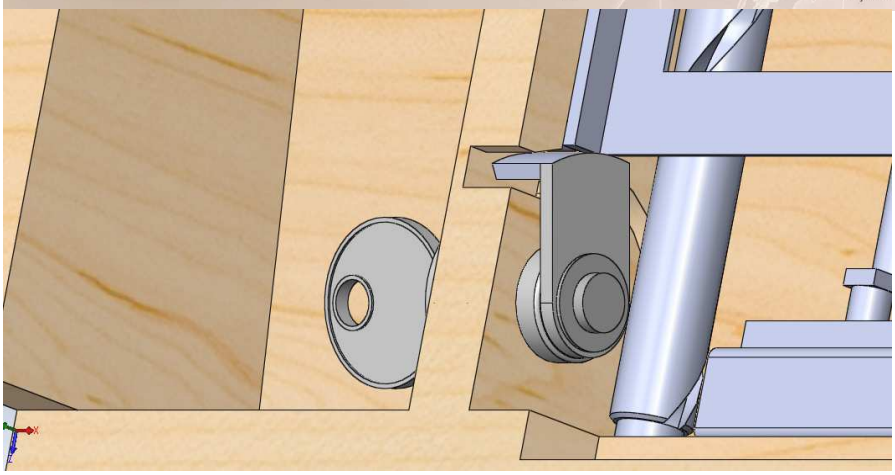
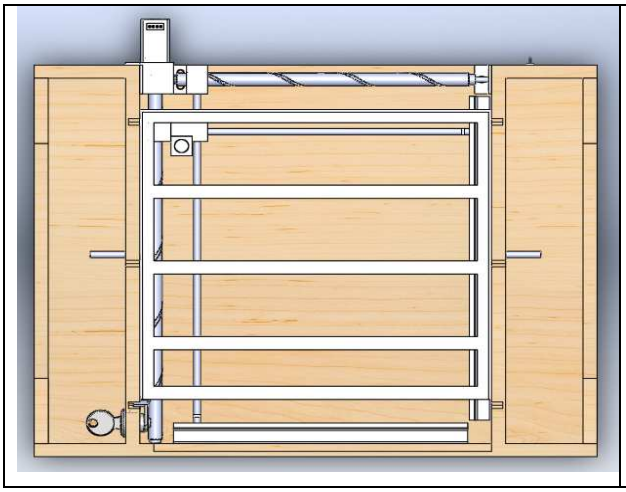


Figura 7: Fechadura do dispositivo de abertura manual



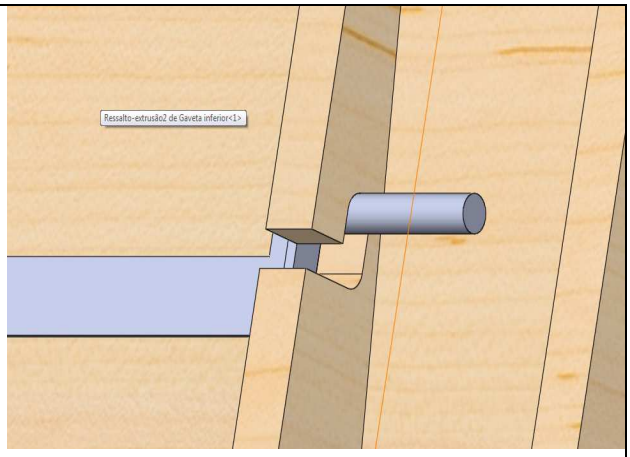
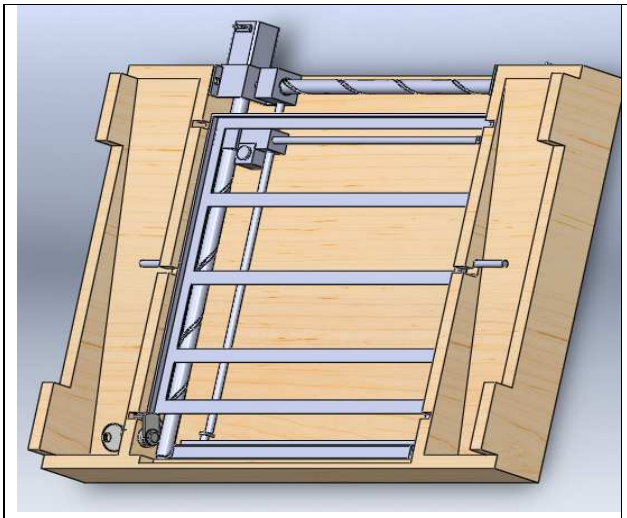


Figura 8: Manipulador do dispositivo de abertura manual e Vista superior da gaveta



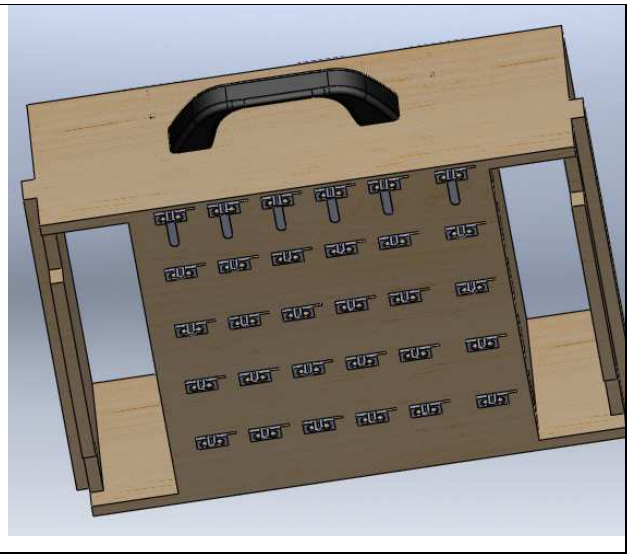


Figura 9: Gaveta inferior

A estrutura da gaveta, portanto, aqui projetada de madeira, é dividida em três partes, sendo uma a parte inferior da gaveta, conforme ilustrada na figura acima e que é acoplada a parte superior da gaveta, ilustrada na figura abaixo e por fim o armário, onde é encaixada a gaveta.

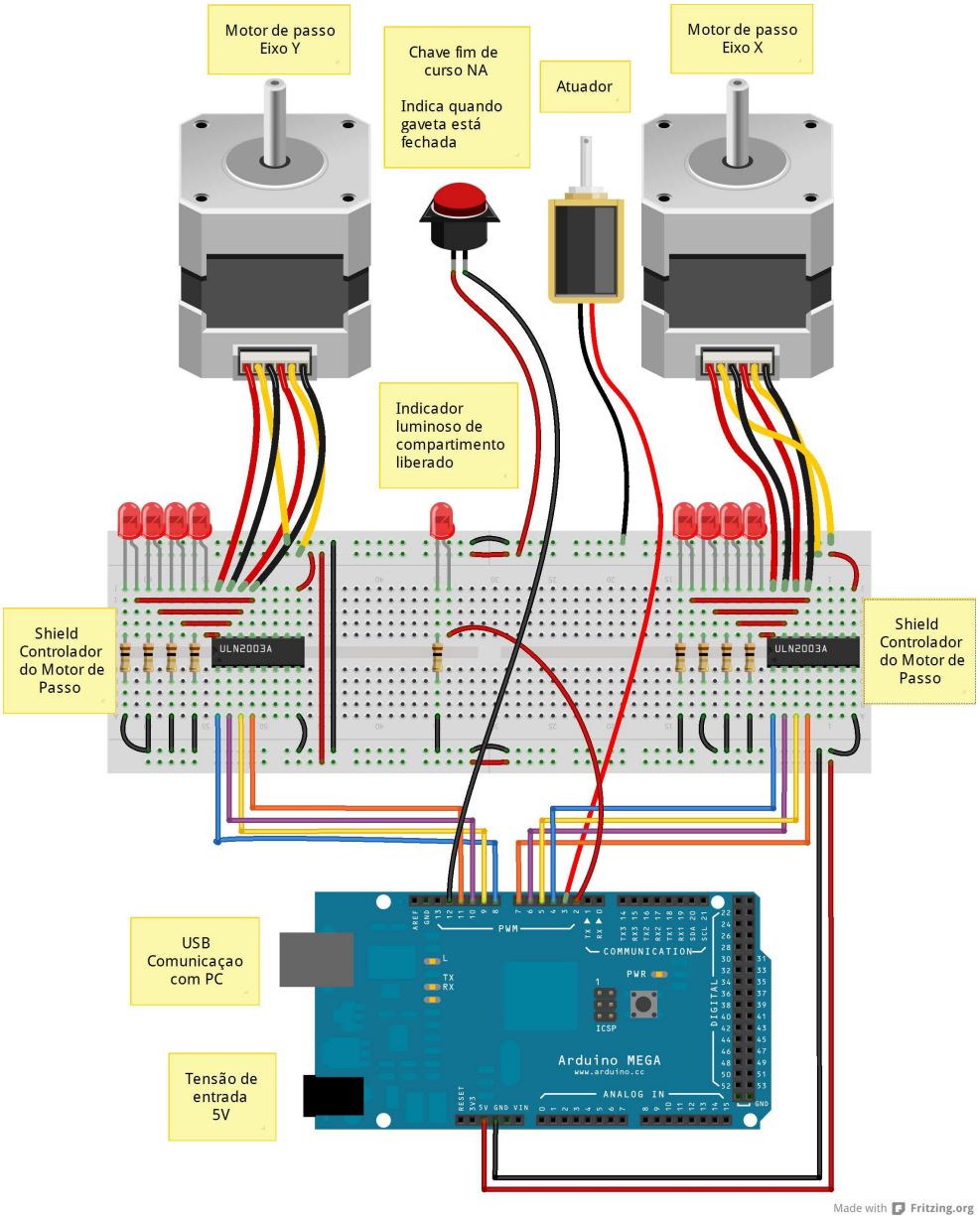


Figura 18: Esquema elétrico de ligação

De acordo com McRoberts (2011) o Arduíno é definido como “uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador Atmel

AVR de placa única, com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, na qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++".

Em uma linguagem prática, o Arduíno é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduíno é um sistema capaz de interagir com seu ambiente através de um hardware e software, caracterizando uma plataforma de computação física ou embarcada (MCROBERTS, 2011).

A placa de Arduíno pode ser utilizada em uma grande gama de aplicações, podendo ser conectado a LEDs, displays de matriz de pontos, botões, interruptores, motores, sensores de temperatura, sensores de pressão, sensores de distância, receptores GPS, módulos Ethernet ou qualquer outro dispositivo que emita dados ou possa ser controlado (MCROBERTS, 2011).

Construtivamente a placa do Arduíno possui um microprocessador Atmel AVR, um cristal ou oscilador – simples relógio que envia pulsos de tempo em uma frequência especificada, para permitir sua operação na velocidade correta – e um regulador linear de 5 volts (MCROBERTS, 2011).

A programação do microcontrolador Arduino foi feita utilizando como modelo de teste um Arduino Mega, no qual foi simulado o funcionamento dos dispositivos externos a ele conectados, motor de passo, atuador, chave fim de curso e LED. Como interface homem-máquina foi utilizado o Serial Monitor do IDE Arduíno que possibilita a solicitação do item desejado pelo usuário e o acompanhamento do processo de liberação do compartimento.

Ao abrir o Monitor Serial do Arduíno, o mesmo solicita que informe o item desejado. Neste projeto definimos cada compartimento como uma letra em maiúsculo ou número de 1 até 3.

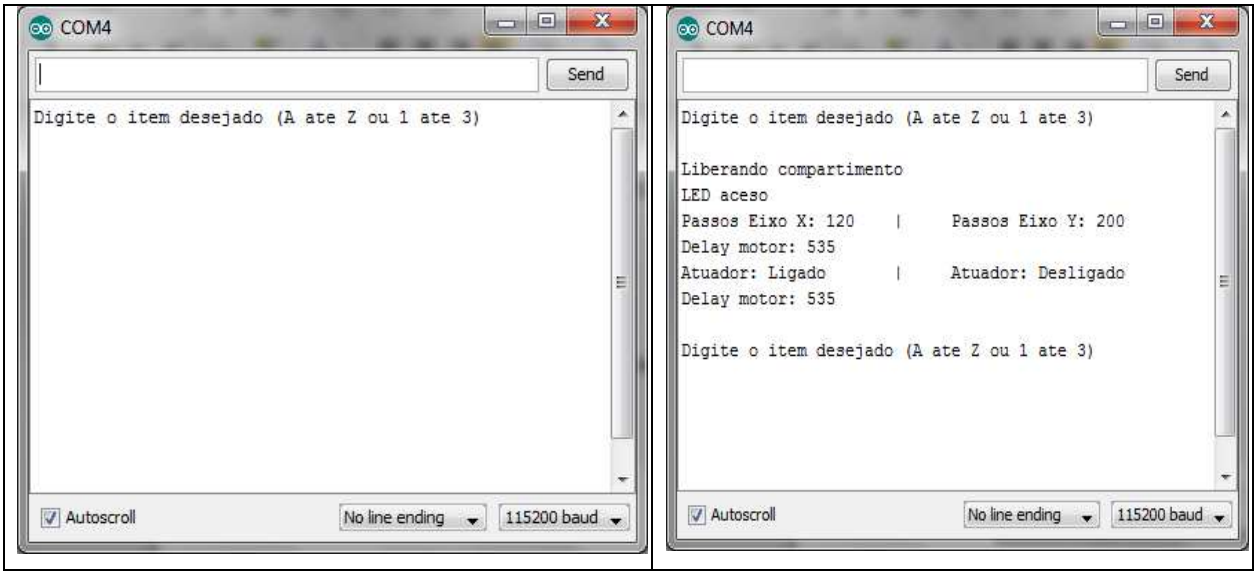


Figura 19: Monitor Serial do Arduíno

Após digitar o compartimento, por exemplo 'A', e dar Enter o dado é lido pelo Arduíno que por sua vez irá buscar as coordenadas que representam o compartimento

'A'. Ao localizar as coordenadas é escrita a seguinte mensagem "Liberando compartimento", o LED que sinaliza que o compartimento da gaveta está sendo liberado é aceso e os motores de passo são acionados , cada um gira os respectivos passos necessários de acordo com a coordenada do compartimento. Após isso é calculado o tempo necessário para que os motores de passo completem seu ciclo, esse cálculo é feito primeiramente comparando o número de passos que cada motor percorre e adotando o maior dos dois valores como referencia, após isso esse valor de referencia é comparado com o valor mínimo e máximo de passos considerando todos os compartimentos, esse valor então é convertido em uma porcentagem que por sua vez é aplicada ao tempo máximo e mínimo de espera para todas as coordenadas, tem-se então o tempo (delay) proporcional que os motores de passo levarão para completarem seus passos. Após aguardar esse delay calculado e registrado na interface de comunicação o atuador é acionado, aguarda-se um segundo e o mesmo é desligado. Depois os motores efetuam o mesmo número de passos porém no sentido contrário, retornando a suas posições iniciais. O mesmo tempo é aguardado e após isso é verificado se a gaveta encontra-se fechada por meio de uma chave fim de curso. Caso a mesma esteja acionada o programa aguarda uma nova solicitação de item.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho podemos perceber a importância do controle de um estoque de pastilhas intercambiáveis. Necessidade esta que tem como solução a automação industrial, que através da inovação e tecnologia oferece recursos para a solução e melhoria de nossos processos.

O projeto elaborado neste trabalho passou por várias mudanças ao longo de seu desenvolvimento com o objetivo de torná-lo o mais eficiente possível e mesmo assim há várias mudanças que ainda podem e devem ser feitas. Sendo uma dessas mudanças ocorridas a interface homem máquina, antes pensada em utilizar um supervisório SCADA, porém, devido as dificuldades na comunicação Arduíno e supervisório foi decidido utilizar o próprio monitor serial do Arduíno que também possibilita um acompanhamento dos processos efetuados pela gaveta automatizada na liberação do compartimento.

REFERÊNCIAS

ABVA. Disponível em <http://www.abva.com.br/index.htm> acesso em 23 de Jan 2013.
Auto Crib. Disponível em <http://www.autocrib.com/RDS.asp> acesso em 10 de Jan 2013.
BALLOU, R.H. **Logística Empresarial: transporte, administração de matérias e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.
BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento.** São Paulo: Atlas, 2001.
CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial: controle do movimento e processos contínuos**. São Paulo: Érica, 2008.
CASTRO, P. R. A. O que é exatamente o gerenciamento de ferramentas. Máquinas e Metais. Ed. Aranda; Ano XLI, n. 470, p.108-126. Março/2005.
DATE, C. J.; tradução de Daniel Vieira. **Introdução a sistemas de banco de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
DIAS, Marco Aurélio P.. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2010.

FAVARETTO, A. S. **Estudo do Gerenciamento de Ferramentas de Corte na Indústria Automotiva de Curitiba e Região Metropolitana**. 2005. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PUC-PR. Curitiba, 2005.
FLEURY,P.F;LAVALLE,C.R. **Logística Empresarial**: A perspectiva Brasileira.Coleção COPPEAD.São Paulo:Atlas, 2000.
GROOVER, M. P., **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 3 ed. São Paulo: Pearson, 2010.
HARDWARES NA LOGÍSTICA (Pág 64) - Edição 247 - **Revista Intralogística**. Disponivel em <http://www.imam.com.br/revistaintralogistica/edicao-247/hardwares-na-logistica> acesso 23 de Jan 2013.
MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Projeto de banco de dados: uma visão prática**. São Paulo: Érica, 2009.
MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
MCROBERTS, Michael. **Arduíno Básico** [Tradução: Rafael Zanolli]. São Paulo: Editora Novatec, 2011.
MMS ONLINE. Automatic Tool Dispenser Controls Tools But Builds Trust. Disponível em <http://www.mmsonline.com/articles/0196scan3.html>. Acesso em 23 jan. 2013.
MOURA, Reinaldo A. et al. **Atualidades na logística.** São Paulo: IMAM, 2003.
PEINADO, J. **O Papel do Sistema de Abastecimento Kanban na Redução dos Inventários.** Rev. FAE, Curitiba, v.2, n.2, , p.27-34, maio/ago., 1999.
PEREIRA, Fábio. **Microcontroladores PIC: Programação em C**. São Paulo: Érica, 2007.
SILVEIRA, Paulo Rogério da. **Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Èrica, 1998.
TURINO, C. E. **Redução de estoque de ferramentas de corte sem comprometimento da produtividade do chão-de-fábrica.** 2002. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.