

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

FERNANDO JOSÉ CESILIO BRANQUINHO

**TÉCNICAS PARA CRIAÇÃO DE *SOFTWARE* UTILIZANDO LINGUAGEM
LÓGICA APLICADA EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DE GRANDE PORTE**

SANTOS - SP

2015

FERNANDO JOSÉ CESILIO BRANQUINHO

**TÉCNICAS PARA CRIAÇÃO DE *SOFTWARE* UTILIZANDO LINGUAGEM
LÓGICA APLICADA EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DE GRANDE PORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, sob orientação do Prof.Dr. Mauricio Conceição Mario.

SANTOS - SP

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Branquinho, Fernando José Cesilio.

Técnicas para criação de *software* utilizando linguagem lógica aplicada em sistemas de automação de grande porte: Fernando José Cesilio Branquinho.

-- 2015.

91p.

Orientador: Prof.Dr. Mauricio Conceição Mario.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Santos-SP, 2015.

1. Automação 2. CLP 3. Qualidade *Software* 4. Técnicas Programação
5. Linguagem Ladder. 6. Linguagem Lógica. I. Mario, Mauricio
Conceição. II. Técnicas para criação de *software* utilizando linguagem
lógica aplicada em sistemas de automação de grande porte.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas - Unisanta

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
que tanto se esforçaram
para que eu pudesse estudar dignamente,
e à minha amada esposa Rita,
eterna amiga e parceira.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a toda espiritualidade superior, por sempre me conduzirem no trabalho voltado ao bem do nosso próximo.

Ao meu orientador, Prof.Dr. Maurício Conceição Mario, pela motivação, dedicação e viabilização deste trabalho. Amigo, muito obrigado por sua perseverança e digna orientação.

Ao Dr.Antonio de Salles Penteado, Diretor das Faculdades de Engenharia e Arquitetura da UNISANTA, que sempre depositou confiança em minhas tarefas e que me motivou decisivamente a concluir este trabalho.

Ao Prof.Dr.José Carlos Morilla, Coordenador do Curso de Engenharia de Produção da UNISANTA, que também teve papel decisivo na motivação da conclusão deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Mestrado de Engenharia Mecânica da UNISANTA pelo profissionalismo com que conduziram as disciplinas durante o período das aulas e também durante as revisões necessárias deste conteúdo.

Aos meus amigos, Prof.Carlos Jair Coletto, Prof.Luiz Antonio Ferraro Mathias e Prof.Claudio Souza Nunes, pelo companheirismo prestado durante o decorrer das matérias neste Programa de Mestrado.

À minha eterna conselheira e amiga, Profa.Ma.Dorotéia Vilanova Garcia, que depositou em mim a confiança necessária para ministrar aulas no curso de Bacharelado em Ciência da Computação da UNISANTA, quando eu era ainda muito jovem. Muito obrigado por esta oportunidade de vida.

RESUMO

A busca pelo aumento de produtividade, qualidade e segurança tem motivado cada vez mais a indústria a automatizar suas atividades. A evolução dos sistemas microprocessados tem permitido a massificação do emprego de Controladores Lógico Programáveis (CLPs) na automação de processos em diversas áreas da indústria. Atualmente vários fabricantes de equipamentos eletrônicos disponibilizam controladores de pequeno porte que, ao serem programados com algumas dezenas de linhas em linguagem *LADDER*, permitem criar sistemas de modo bastante simplificado. O entusiasmo obtido pelo sucesso em tais operações, acaba motivando os iniciados nesta área a criar sistemas cada vez maiores, que às vezes podem chegar a centenas de milhares de linhas de código. Se esse crescimento não for sustentado por métodos que ajudem a garantir a qualidade do código gerado, o processo de automação poderá trazer prejuízos incalculáveis devido à impossibilidade de se manter domínio da funcionalidade dos sistemas, que podem se tornar extremamente complexos de entender e de manter. Este trabalho apresenta técnicas que proporcionam o aumento da qualidade de *software* de automação para sistemas de grande porte, que foram testadas durante 4 anos e 2 meses no setor de desenvolvimento de *software* de uma empresa que fornece soluções para a área de automação industrial em todo o território brasileiro.

Palavras chave: Automação. Qualidade *Software*. Técnicas Programação. Linguagem *Ladder*. Linguagem Lógica

ABSTRACT

The search for increase productivity, quality and safety, has motivated more and more the industry to automate their activities. The evolution of microprocessor systems has allowed the widespread employment of Programmable Logic Controllers (PLCs) in process automation in various areas of industry. Currently several electronics manufacturers provide small controllers which, when programmed with a few dozen lines in *LADDER* language, allow to create systems in a simplified way. The enthusiasm obtained by success in such operations, has motivated beginners in this area to create ever larger systems, which sometimes can reach hundreds of thousands of lines of code. If this growth is not supported by methods that help ensure the quality of the generated code, the process of automation can bring incalculable damage due to the impossibility of maintaining the domain of systems functionality, which can become extremely complex to understand and to maintain. This paper presents techniques that increased automation *software* quality for large systems, which were tested for 4 years and 2 months in the *software* development sector of a company that provides solutions for the industrial automation on Brazilian territory.

Keywords: Automation. *Software* Quality. Programming Techniques. Ladder language. Logic Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relê.....	12
Figura 2: Lógica de Relês.....	13
Figura 3: Sala de relês.....	13
Figura 4: Arquitetura básica de um CLP.....	15
Figura 5: CLP fabricado pela empresa SIEMENS (Alemanha).....	16
Figura 6: CLP fabricado pela empresa ROCKWELL (EUA).....	16
Figura 7: CLP fabricado pela empresa ALTUS (Brasil).....	16
Figura 8: CLP fabricado pela empresa BRANQS (Brasil).....	17
Figura 9: Linguagem LADDER.....	17
Figura 10: Representação da operação lógica "E" em LADDER.....	18
Figura 11: Representação da operação lógica "OU" em LADDER.....	18
Figura 12: Código em LADDER.....	23
Figura 13: Código em LADDER com sinais mais esclarecedores.....	23
Figura 14: Evolução dos nomes dos sinais.....	24
Figura 15: Código em LADDER original.....	27
Figura 16: Código em LADDER modificado.....	27
Figura 17: Layout da máquina de tampar potes.....	30
Figura 18: Diagrama SFC da máquina de tampar potes.....	42
Figura 19: Estrutura de um passo do sequenciador em LADDER.....	43
Figura 20: Qtd de softwares desenvolvidos por ano com as técnicas.....	46
Figura 21: Totalização das causas das revisões.....	78
Figura 22: Qtd de softwares X Qtd de revisões.....	78
Figura 23: Estimativa de manuais distribuídos para estudantes e profissionais.....	89
Figura 24: Visualizações no YouTube no período.....	89
Figura 25: Estimativa dos minutos assistidos no YouTube.....	90
Figura 26: Número de inscritos no canal do YouTube.....	90
Figura 27: Quantidade de pessoas que manifestaram gostar do conteúdo.....	91
Figura 28: Quantidade de pessoas que manifestaram não gostar do conteúdo.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de alteração de versão e revisão de software.....	26
Tabela 2: Ciclo Automático da Máquina de Tampar Potes.....	34
Tabela 3: Classificação das revisões de software.....	77
Tabela 4: Palestras realizadas sobre as técnicas apresentadas.....	86
Tabela 5: Instituições de ensino interessadas no conteúdo.....	88

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	12
2.OBJETIVOS.....	20
3.DESENVOLVIMENTO / MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1. Identificação de técnicas	21
3.2. Denominação das técnicas.....	21
3.3. Classificação das técnicas.....	21
3.4. Detalhamento das técnicas	22
3.4.1. Boas Práticas.....	22
3.4.1.1. Semântica.....	22
3.4.1.2. Versionamento de código.....	25
3.4.1.3. Histórico de alterações.....	26
3.4.2. Técnicas Avançadas de Estrutura.....	28
3.4.2.1. Proteção do núcleo.....	28
3.4.2.2. Intertravamento por alarme.....	37
3.4.2.3. Níveis de alarmes.....	39
3.4.2.4. Sequenciador automático.....	42
3.5. Implementação das técnicas em sistemas reais.....	45
3.6. Realização da "Classificação das revisões de software".....	45
4.RESULTADOS.....	46
4.1. Quantidade de softwares desenvolvidos por ano com as técnicas.....	46
4.2. Classificação das revisões de software.....	46
4.3. Totalização das causas das revisões de software.....	78
4.4. Quantidade de software X Quantidade de revisões.....	78
5.DISSCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	79
6.CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
APENDICE A.....	85
A.1. Apresentação das técnicas para a comunidade da área de automação.....	85
A.1.1. Distribuição de encadernação em papel.....	85
A.1.2. Distribuição por e-mail.....	85
A.1.3. Distribuição via download.....	85
A.1.4. Realização de palestras.....	86

A.1.5. Criação de Vídeo-aulas sobre programação de CLPs no YouTube.....	86
A.2. Avaliação da aceitação do conteúdo pela comunidade.....	87
A.2.1. Homologação de instituições de ensino interessadas.....	87
A.2.2. Número de manuais distribuídos.....	88
A.2.3. Estatísticas de desempenho e envolvimento no YouTube.....	89
A.2.3.1. Visualizações realizadas no YouTube.....	89
A.2.3.2. Minutos assistidos no YouTube.....	90
A.2.3.3. Número de inscrições no canal do YouTube.....	90
A.2.3.4. Quantidade de pessoas que gostaram do conteúdo.....	91
A.2.3.5. Quantidade de pessoas que não gostaram do conteúdo.....	91

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silveira (1998), a Revolução Industrial estabeleceu um marco transitório de uma sociedade predominantemente agrícola e organizada na produção de bens de consumo de forma artesanal, para uma sociedade industrialmente mais produtiva, voltada ao consumo e organizada dentro de um novo modelo econômico de sucesso financeiro associado às novas técnicas contábeis e ao mercado de capitais.

Segundo Franchi (2008), a partir de 1920, os dispositivos mecânicos criados com o advento da Revolução Industrial foram substituídos por relés (Figura 1) e contatores.

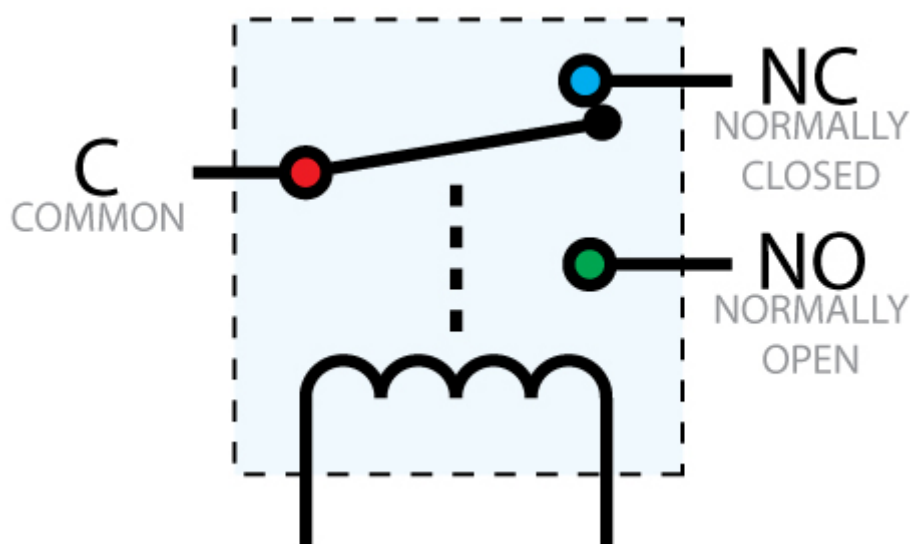


Figura 1: Relê.

Fonte: (PHIDGETS, 2015)

A criação da lógica de relés (Figura 2), viabilizou o desenvolvimento de funções de controle mais complexas e sofisticadas. Segundo Silveira (1998) a utilização de relés eletromecânicos foram os recursos mais utilizados para efetuar controles lógicos e de intertravamentos na linhas de produção em máquinas isoladas até o fim da década de 60.

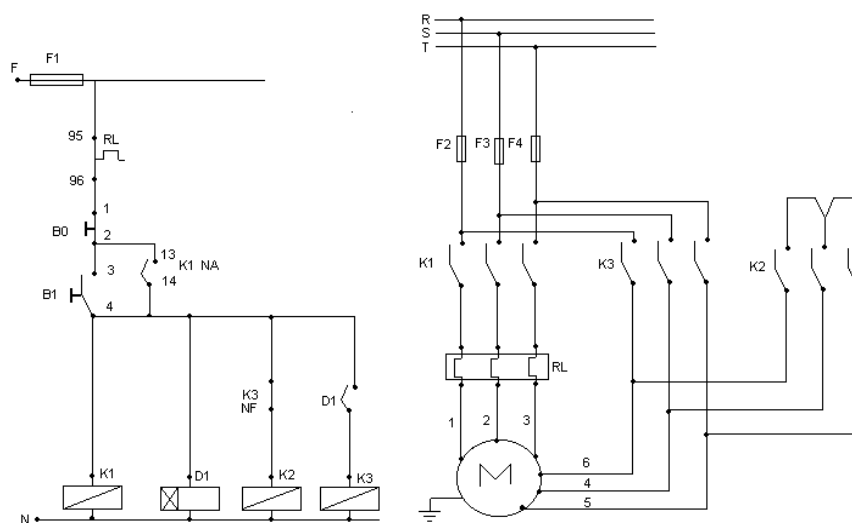


Figura 2: Lógica de Relês.

Com o advento dos dispositivos microprocessados, surgiram os PLCs , Programmable Logic Controller, ou Controlador Lógico Programável (CLP) em português. Segundo Franchi (2008) os CLPs tiveram suas primeiras aplicações na Hydronic Division da General Motors em 1968, devido a grande dificuldade de mudar a lógica de controle (Figura 3) de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Segundo Miyagi (1996), as substituições de peças em casos de manutenção, tornavam-se difíceis, ou até mesmo impossíveis.

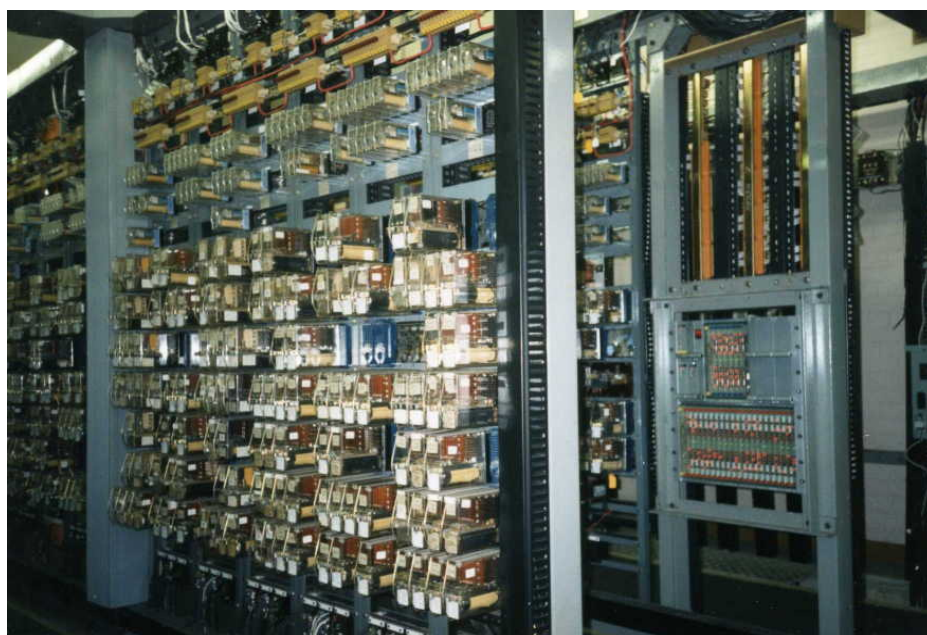


Figura 3: Sala de relês.

Fonte: (WIKIPEDIA, 2015)

Conforme Coretti (1998) ao final da década de 70, os CLPs já são amplamente utilizados por grande parte da indústria e oferecem recursos de comunicação que permitem a interligação com controladores distantes, caracterizando um sistema integrado de fabricação e operação.

Segundo Prudente (2013), o CLP é constituído por três componentes fundamentais:

- a) unidade de entrada e saída
- b) unidade central
- c) unidade de programação

A unidade de entrada e saída é a interface entre a unidade central e o processo a ser automatizado. Segundo Bolton (2006), a unidade de entrada e saída é quem faz a conexão física do CLP com os equipamentos do chão de fábrica.

A unidade central é a que organiza e executa todas as funções de controle (programa). Segundo Moraes e Castrucci (2007), a "unidade central" é responsável pela execução do programa do usuário, atualização da memória de dados e da memória-imagem das entradas e saídas. Segundo Halang (1992), o CLP executa um programa seqüencialmente, função por função.

Por fim, a unidade de programação é o dispositivo que permite escrever o programa na unidade central.

Ainda seguindo a definição de PRUDENTE (2013) mas procurando representar as funções dos componentes do CLP de modo mais intuitivo, podemos separar a unidade de entrada e saída em módulos distintos, e caracterizar a unidade central como sendo o módulo que executa o programa do usuário. Dessa forma, chegamos à representação definida na Figura 4.

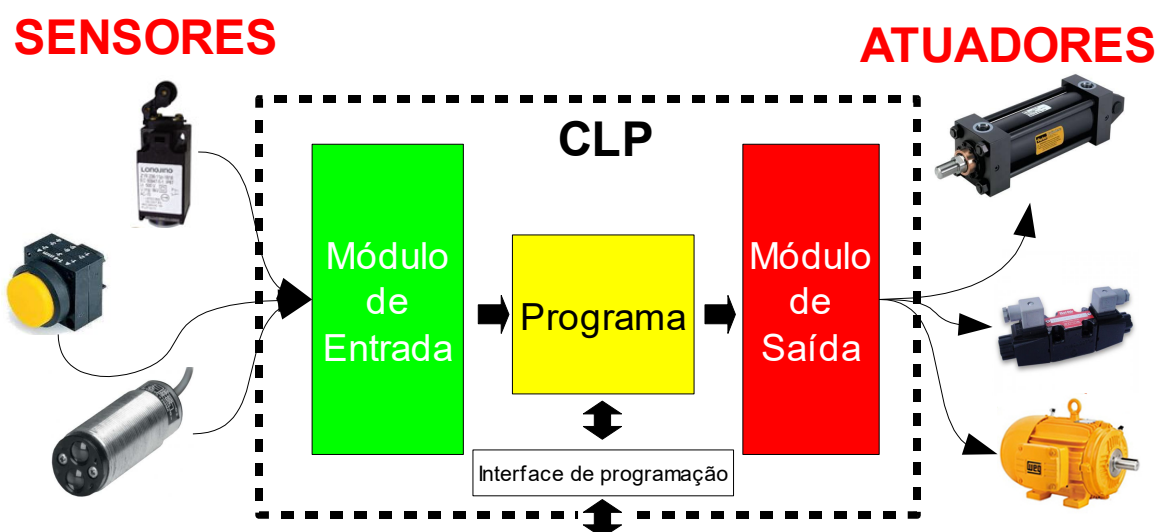


Figura 4: Arquitetura básica de um CLP

Os circuitos de entrada recebem informações (sinais elétricos) do sistema por meio de uma ação muscular, mecânica, elétrica, eletrônica ou uma combinação entre elas, sempre detectados por elementos sensores como botoeiras, chaves fim-de-curso, sensores de proximidade, sensores potenciométricos, pressostatos, termopares, termostatos, chaves de nível, entre outros. Segundo Natale (2003), sensores são dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física.

Os circuitos de saída enviam informações (sinais elétricos) para o sistema com a finalidade de realizar um trabalho elétrico, mecânico, pneumático, hidráulico ou apenas uma sinalização visual ou sonora. Os circuitos de saída são ligados a elementos atuadores como relés, contadores, solenóides de válvulas, cilindros, válvulas de controle proporcional, inversores de frequência, motores, lâmpadas e sirenes, entre outros.

A seguir são mostrados alguns modelos de CLP do mercado:



Figura 5: CLP fabricado pela empresa SIEMENS (Alemanha).

Fonte: (S7AUTOMATION, 2015)



Figura 6: CLP fabricado pela empresa ROCKWELL (EUA).

Fonte:(DIRECTINDUSTRY, 2015)



Figura 7: CLP fabricado pela empresa ALTUS (Brasil).

Fonte: (ALTUS, 2015)



Figura 8: CLP fabricado pela empresa BRANQS (Brasil).

Fonte: (BRANQS, 2015)

Segundo Georgini (2000), a primeira linguagem criada para a programação de CLPs foi a Linguagem *LADDER*. Ele cita que o fato de ser uma linguagem gráfica, baseada em símbolos semelhantes aos encontrados nos esquemas elétricos (contatos e bobinas), foi determinante para aceitação do CLP por técnicos e engenheiros acostumados com os sistemas de controle a relés. Ainda segundo o autor, provavelmente é ainda a linguagem mais utilizada.

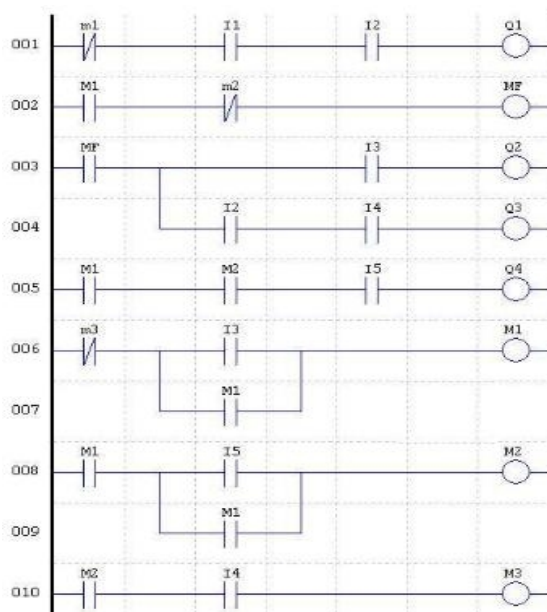


Figura 9: Linguagem LADDER.

Fonte: (LADDER, 2015)

Segundo Prudente (2013), a linguagem *LADDER* é a mais empregada para a programação de CLPs no mundo. Segundo Franchi (2008), por ser a primeira linguagem utilizada pelos fabricantes, é a mais difundida e encontrada em quase todos os CLPs da atual geração. Segundo Lewis (1997) a linguagem *LADDER* é uma das 5 linguagens selecionadas pela IEC-61131, norma que define um padrão de ambiente de desenvolvimento para a criação de sistemas automatizados.

A linguagem *LADDER* remete à lógica de contatos elaborada a partir de circuitos elétricos simples. Ela faz uso de barras laterais que representam as fases de uma fonte de energia elétrica. A barra lateral direita é diretamente interligada a um dos dois pólos de um atuador representado por um círculo. O segundo pólo do atuador recebe o sinal da outra fase passando por contatos que definem a lógica através de associações em série e em paralelo. Exemplo:

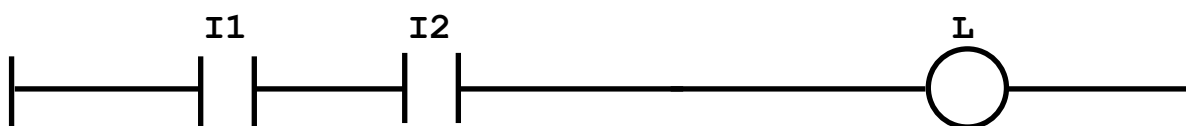


Figura 10: Representação da operação lógica "E" em *LADDER*

Analisando a Figura 10, percebemos que o atuador L será acionado somente quando o contato I1 "e" o contato I2 estiverem fechados. Dessa forma é configurada a lógica "E", pois é necessário o acionamento dos dois contatos em conjunto. Já a Figura 11 apresenta a lógica "OU", pois basta que o contato I1 "ou" o contato I2 estejam acionados para acionar o atuador L.

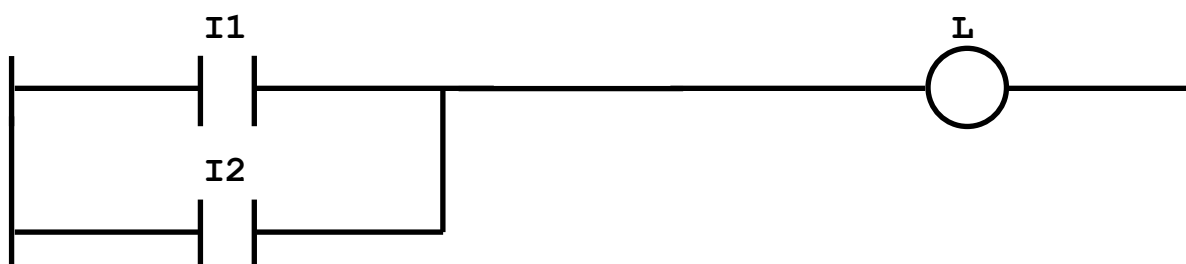


Figura 11: Representação da operação lógica "OU" em *LADDER*

Devido a este simples mecanismo, Prudente (2013) afirma que o CLP pode ser programado e utilizado por pessoas sem um grande conhecimento no uso de computadores. A essência deste trabalho está fundamentada nessa afirmação, pois iniciantes na área de automação, ao se sentirem confiantes no domínio

destes mecanismos simples, acabam criando sistemas de difícil entendimento e manutenção, devido ao tamanho atingido pelo código quando aplicado na solução de problemas de grande porte. Conforme Brune (2005), os Controladores Lógicos Programáveis de pequeno porte possuem até 128 pontos de entrada e saída, enquanto os CLPs de médio porte possuem entre 128 e 512 pontos, e os CLPs de grande porte possuem mais de 512 pontos de entrada e saída.

Este trabalho apresenta técnicas divididas em dois grupos chamados de "Boas Práticas" e "Técnicas Avançadas de Estrutura". As técnicas chamadas de "Boas Práticas" identificam posturas valiosas a serem adotadas na implementação e organização do código, enquanto as técnicas chamadas de "Técnicas Avançadas de Estrutura", oferecem padrões de estruturação de *software* que proporcionaram a criação de código seguro e de fácil manutenção.

2. OBJETIVOS

Considerando a facilidade oferecida pela linguagem LADDER para o aprendizado da programação de sistemas de automação, muitos iniciantes se encorajam a criar sistemas cada vez maiores utilizando a mesma ferramenta. Conforme o código aumenta, devido a falta de regras de estruturação da linguagem, o sistema acaba se tornando difícil de entender e consequentemente, difícil de realizar manutenção. O objetivo deste trabalho é apresentar técnicas que permitam preservar o potencial reconhecido das linguagens lógicas (ex. LADDER), permitindo criar sistemas de automação de grande porte com qualidade.

Os resultados da efetividade das técnicas serão fornecidos através da análise das revisões que estes sistemas necessitaram sofrer ao longo de sua vida útil, após submetidas a criação de *softwares* em um fabricante nacional de CLPs, durante um período de 4 anos e 2 meses.

Adicionalmente, o "APENDICE A" mostra como as técnicas estão sendo apresentadas para a comunidade da área de automação (estudantes, professores e profissionais da área), e apresenta alguns índices que podem sugerir como está sendo sua aceitação.

3. DESENVOLVIMENTO / MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Identificação de técnicas

Nesta etapa foram identificadas as técnicas repetidamente utilizadas para resolver problemas comuns no desenvolvimento de *softwares* para Controladores Lógico Programáveis (CLPs). Foram analisados 256 sistemas desenvolvidos por um fabricante de máquinas transformadoras de termoplásticos. Neste universo, foram utilizados as seguintes marcas de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs): Rifran (Brasil), Nabla (Brasil), Exor (Itália), TDEMacno (Itália) e Atos (Brasil).

3.2. Denominação das técnicas

A definição de um nome para cada técnica identificada permitiu facilitar o referenciamento às mesmas em situações futuras. Os nomes criaram uma identidade para a técnica, passando a fazer parte do jargão utilizado pelos desenvolvedores de *software* dessa área. Foram definidos os seguintes nomes:

- Semântica
- Versionamento
- Histórico de alterações
- Proteção do núcleo
- Intertravamento por alarme (Estrutura SAC)
- Níveis de alarme
- Sequenciador Automático

3.3. Classificação das técnicas

As técnicas foram divididas em dois grupos distintos chamados de "Boas Práticas" e "Técnicas Avançadas de Estrutura", explicadas a seguir:

Boas Práticas

O grupo de Boas Práticas identifica posturas valiosas a serem adotadas na identificação de sinais e gerenciamento das várias versões e revisões do código produzido. Este grupo reuniu as seguintes técnicas:

- Semântica
- Versionamento
- Histórico de alterações

Técnicas Avançadas de Estrutura

O grupo de técnicas avançadas de estrutura, ofereceu padrões de estruturação de *software* que proporcionaram a criação de código seguro e de fácil manutenção. Este grupo reuniu as seguintes técnicas:

- Proteção do núcleo
- Intertravamento por alarme (Estrutura SAC)
- Níveis de alarme
- Sequenciador Automático

3.4. Detalhamento das técnicas

Em seguida, foi elaborado um texto explicativo das técnicas identificadas. O texto revelou o problema e a solução a ser implementada em cada situação.

3.4.1. Boas Práticas

3.4.1.1. Semântica

Utilizar sempre nomes elucidativos para os sinais existentes na lógica do programa. Como resultado, obtém-se um programa menos suscetível a erros que fatalmente provocariam o incorreto funcionamento de um equipamento.

Para exemplificar, segue abaixo um trecho de código criado em linguagem *LADDER*:

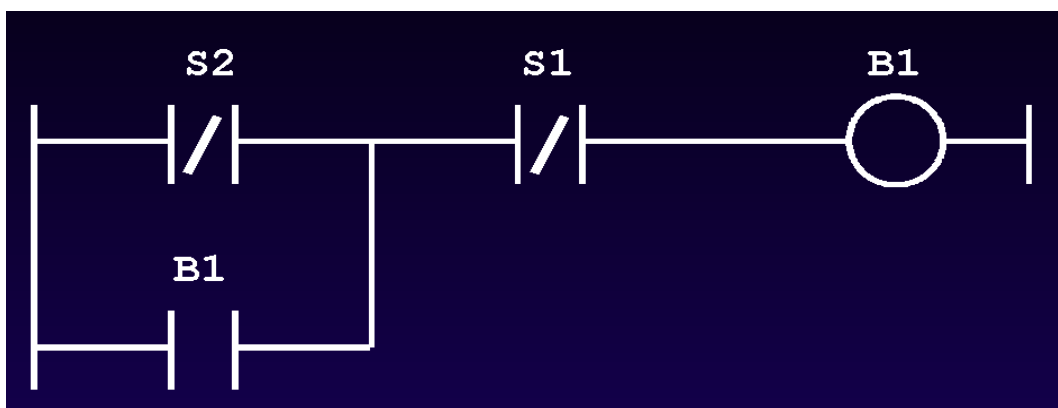


Figura 12: Código em *LADDER*.

É possível perceber, que mesmo representando uma lógica "aparentemente" simples, fica difícil saber o efeito final da execução deste código em um equipamento. Isso ocorre pois não é possível interpretar facilmente o significado dos sinais "S2, S1 e B1".

Segue agora um exemplo do mesmo código utilizando nomes melhores:

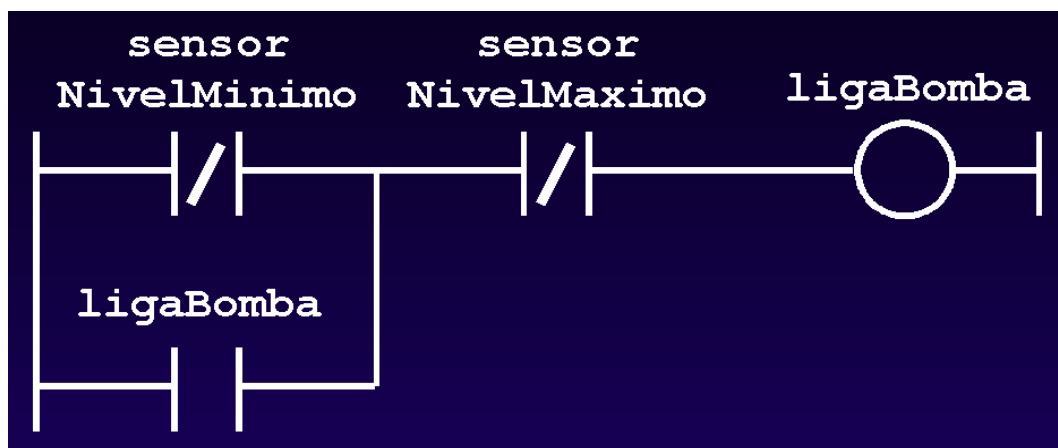


Figura 13: Código em *LADDER* com sinais mais esclarecedores.

Dessa forma, o aumento da clareza se torna evidente. Muitas vezes porém, esse problema é motivado por limitações do próprio ambiente de desenvolvimento de sistemas de automação. Alguns ambientes não permitem utilizar nomes longos, e por isso podem comprometer significativamente a qualidade do código.

Além da utilização de nomes mais elucidativos, é muito importante também incluir o significado do estado representado pelo sinal. Um exemplo de evolução de nomes de sinais pode ser visto na Figura 14 abaixo.

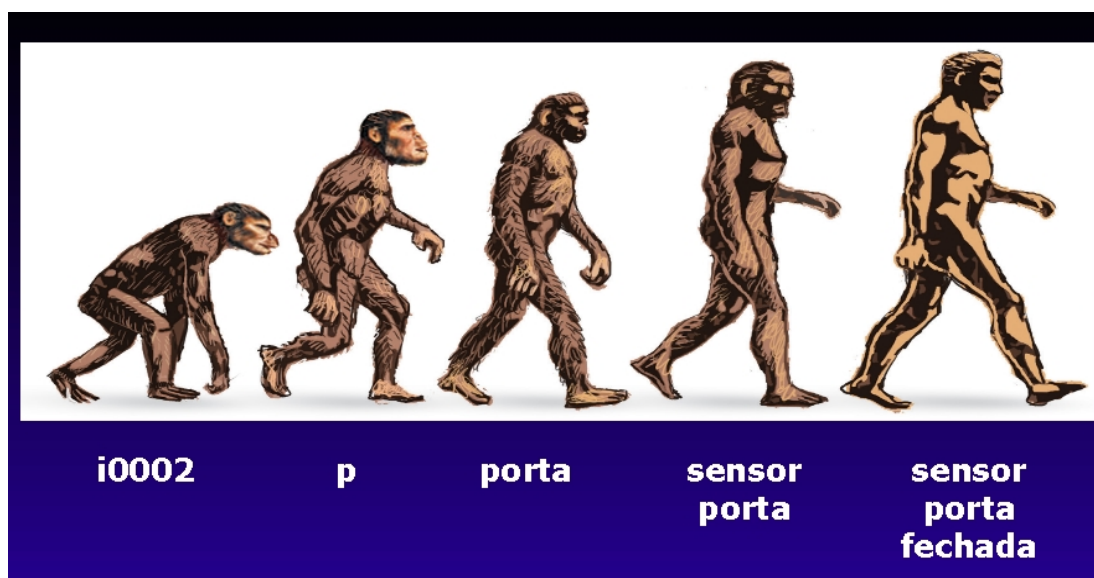


Figura 14: Evolução dos nomes dos sinais.

A falta de preocupação com nomes provoca situações que induzem ao erro, pois podem existir diferentes interpretações da função de cada sinal. Por exemplo, considerar os seguintes nomes de sinais:

- motor
- protetor
- segurançaHidráulica

É possível identificar potenciais problemas nos nomes acima: Percebe-se que é difícil saber se estes sinais representam atuadores ou sensores. É difícil também determinar em que situação estes sinais serão acionados ou desacionados. Por exemplo, mesmo considerando que o sinal do motor representasse uma entrada, ainda assim seria difícil saber se o sinal representa que o motor está ligado, desligado ou com problema. Seguem abaixo alguns exemplos de nomes de sinais com melhor qualidade:

- entradaSensorMotorLigado
- entradaSensorMotorDesligado
- entradaSensorProtetorCompletamenteAberto

- entradaSensorProtetorFechado
- entradaSensorProtetorNãoFechado
- saídaFechaProtetor
- saídaAbreProtetor
- saídaAtivaSegurançaHidráulica

3.4.1.2. Versionamento de código

O versionamento de código representa outra prática extremamente importante para a criação de sistemas de *software* de automação. No desenvolvimento de *softwares* embarcados “de prateleira”, que são utilizados em vários equipamentos ao longo do tempo, a adoção dessa prática impede grandes problemas ao se realizarem atualizações.

Com o passar do tempo, é muito comum haver a necessidade de implementar pequenas melhorias e realizar a inclusão de novos recursos no *software*. Neste segundo caso, quando a implementação do novo recurso implica em alterações físicas no equipamento, muito cuidado deve ser tomado, pois o novo *software* possivelmente não poderá ser mais aplicado aos equipamentos antigos, já que estes não possuem as alterações físicas necessárias para aceitar o novo programa.

Dessa forma considera-se uma boa prática adotar um mecanismo de registro e gestão de todas as diferentes versões e revisões de código gerado. Segue abaixo um modo muito simples e interessante de realizar esse tipo de controle.

Exemplo de identificação de um sistema de automação

idVxxRyy

Onde:

- id = representa o código de identificação do equipamento
- Vxx = Número da versão do *software*
- Ryy = Número da revisão do *software*

Regras para alteração do valor da versão e da revisão

Se a alteração a ser realizada permite que o *software* seja utilizado em equipamentos com revisões anteriores, então aumenta-se somente o número da revisão.

Se a alteração a ser realizada impede que o *software* seja utilizado no lugar de revisões anteriores, então aumenta-se a versão, zerando o número da revisão.

Exemplos:

Número original	Alteração realizada	Novo número
2017v01r00	Corrigido um erro que existia no código	2017v01r 01
1013v02r05	Implementado um novo recurso no <i>software</i> , que poderá ser usado nas máquinas com as revisões de <i>software</i> antigas	1013v02r 06
1015v01r00	Implementado um novo recurso que necessitou incluir um novo sensor na máquina	1015v 02 r00

Tabela 1: Exemplos de alteração de versão e revisão de *software*.

3.4.1.3. Histórico de alterações

O controle sobre as alterações realizadas em um *software* de automação também é outra prática muito importante. O registro adequado das alterações permite evoluir o conhecimento sobre os equipamentos e sobre o resultado de modificações feitas ao longo do tempo.

Porém dependendo da ferramenta utilizada, este tipo de registro pode se tornar bastante trabalhoso. Nos exemplos a seguir é demonstrada uma forma muito interessante de manter o registro do histórico das alterações realizadas em um código, gerando assim uma boa base de conhecimento a ser consultada em situações futuras.

Considerar o código a seguir:



Figura 15: Código em *LADDER* original

A primeira coisa a fazer é inserir um cabeçalho no arquivo do programa, descrevendo informações a respeito das alterações realizadas. Para cada alteração cria-se uma TAG de identificação do motivo. Ex:

```

////////////////////////////////////
//Programa:      1003
//Versao:        02
//Revisao:       01
//Data:          16/02/2010
//Autor:         Fernando
//Descricao:     Alteracoes no comportamento do avanço do cilindro
//
tag → //10030201.0   Cilindro deve continuar avançando ao final do curso

```

Em seguida, as alterações são realizadas no código citando-se os indicadores dos motivos descritos no cabeçalho. Por exemplo:



Figura 16: Código em *LADDER* modificado

É importante dizer que este tipo de registro é mais facilmente realizado em ambientes que fazem uso de lista de instruções (IL). Segue abaixo o mesmo código apresentado nesse formato (que será usado a partir deste ponto para simplificar o entendimento):

```

SEL      (botaoAvancoCilindroFechamento)
EN       (entradaSensorCilindroFechamentoAvancado)
MEMO     (saidaSolenoideAvancoCilindroFechamento)

```

Onde:

SEL	=	“Se ligado”
EN	=	“e não”
MEMO	=	“Memoriza”

Após realizar as mesmas alterações, o código ficará com o seguinte aspecto:

```
SEL      (botaoAvancoCilindroFechamento)
//10030201.0 EN      (entradaSensorCilindroFechamentoAvancado)
MEMO     (saidaSolenoidAvancoCilindroFechamento)
```

Quando uma TAG é inserida antes da linha, indica que a linha foi retirada. Dessa forma, mesmo após serem realizadas as alterações, é possível ver como o *software* era antes de haver a intervenção.

3.4.2. Técnicas Avançadas de Estrutura

3.4.2.1. Proteção do núcleo

Quando é desenvolvido *software* para automação de um novo equipamento, é muito comum e saudável aproveitar um código previamente elaborado para outro equipamento semelhante. Existem inúmeras vantagens em se trabalhar assim. É importante perceber porém, que a falta de adoção de algumas técnicas pode transformar tais vantagens em grandes problemas. Resumindo, pode-se transformar aquilo que era uma vantagem, em uma grande desvantagem.

Aproveitar um código previamente elaborado e testado, que sem dúvida nenhuma seria uma vantagem, pode virar um pesadelo. Isso acontece porque ao longo de várias alterações necessárias, o *software* pode se tornar muito confuso e cada vez mais propenso a apresentar erros que podem comprometer o correto funcionamento do equipamento e conseqüentemente a segurança de pessoas.

Considerando que os equipamentos são semelhantes, significa que as características relacionadas ao “domínio do problema” são praticamente as mesmas. Só para exemplificar, considerar os vários modelos de automóveis que existem no mercado. Praticamente todos possuem motor (que liga, acelera, desacelera e desliga), câmbio (com relações para andar para frente e para trás), portas (que abrem e fecham), volante (que direciona o carro para esquerda ou para a direita), vidros (que abrem e fecham) e etc. Todos os carros realizam estas

funções, e portanto possuem propósitos semelhantes. Porém é importante lembrar que cada modelo utiliza diferentes quantidades e diferentes tipos de atuadores (válvulas, solenóides, lâmpadas, etc) e sensores (contatos, pressostatos, amperímetros, voltímetros, etc).

Resumindo, o “domínio do problema” é o mesmo, porém existem diferenças significativas na implementação, já que cada carro possui sua própria configuração de sensores e atuadores.

Da mesma forma que o exemplo dos automóveis, na área industrial é possível encontrar vários fabricantes para tipos semelhantes de equipamentos (ex:Tornos, Prensas, Caldeiras, Empacotadeiras, Injetoras, Sopradoras, Extrusoras, etc).

Cada tipo de máquina funciona com o mesmo propósito, porém com características diferentes.

Estas diferenças interferem no desenvolvimento do sistema de automação, mais especificamente no tratamento dos sinais de entrada e saída do CLP.

Por exemplo, para um determinado modelo de prensa, é necessário utilizar um único atuador digital para comandar seu fechamento (ex:uma válvula direcional). Já em outros modelos, podem ser necessários dois atuadores digitais e um atuador analógico. Percebe-se porém que os diferentes acionamentos realizam a mesma função, ou seja, o fechamento da prensa.

A mesma coisa ocorre em relação aos sensores. Por exemplo: Um determinado modelo de prensa pode utilizar um único sensor para detectar que a porta de proteção do operador está fechada. Outros modelos podem utilizar dois, três ou mais sensores. Da mesma forma, o propósito continua sendo o mesmo, ou seja: “Verificar se o protetor está fechado”.

Desta forma, caso seja discutido realizar o fechamento de uma prensa somente quando a porta de proteção do operador esteja fechada, significa que está sendo realizada uma discussão de “domínio do problema”, não importando quantos sensores e atuadores estão envolvidos.

Dessa forma, dependendo de como o *software* de automação for elaborado, a

adaptação do programa para inserir ou retirar sensores e atuadores pode causar grande impacto no funcionamento do mesmo, fazendo com que funções triviais que funcionavam bem no primeiro equipamento, apresentem falhas inesperadas no segundo.

Sendo assim, a técnica da proteção do núcleo do *software* consiste em:

Não utilizar sinais de entradas e saídas físicas na lógica de domínio do problema, mas sim, sinais cujo estado é resultado de uma lógica elaborada para tratar tanto o interfaceamento de entrada como o de saída.

Para exemplificar a definição acima, será discutido o funcionamento de uma máquina hipotética chamada de "Máquina de Tampar Potes", cujo layout é apresentado na Figura 17

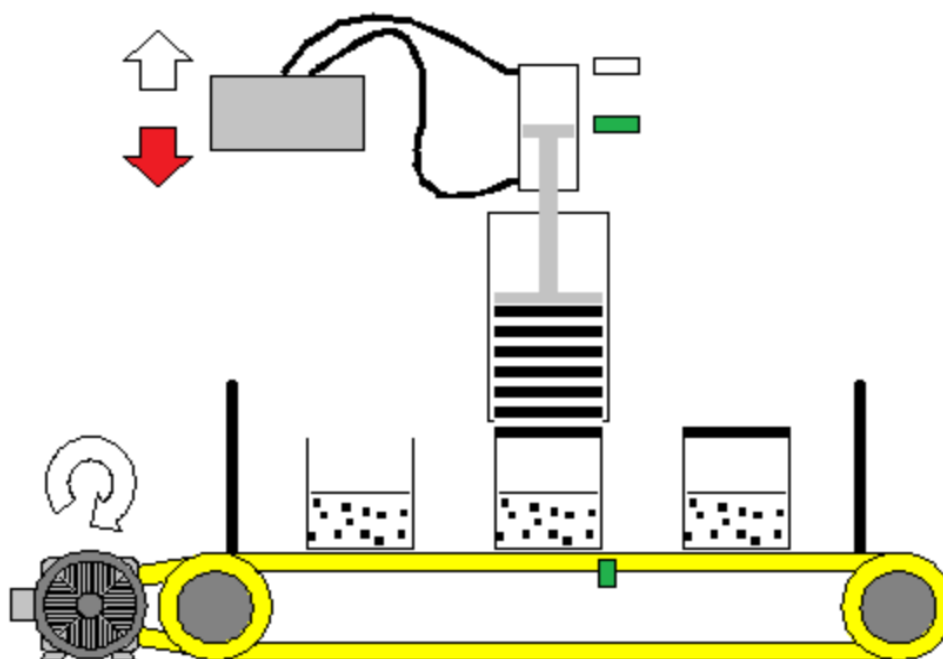


Figura 17: Layout da máquina de tampar potes.

Configuração de I/O da máquina de tampar potes

Segue a relação de atuadores, sensores e botões da máquina de tampar potes:

Saídas Digitais da máquina de tampar potes

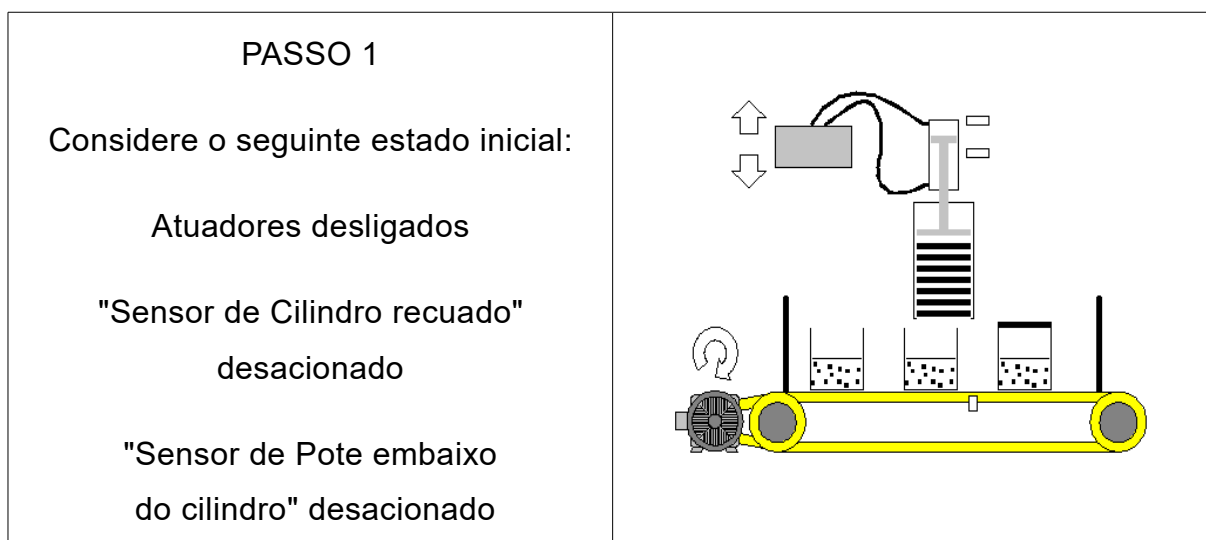
- Solenóide de Avanço cilindro
- Solenóide de Recua cilindro
- Contator Liga motor da esteira

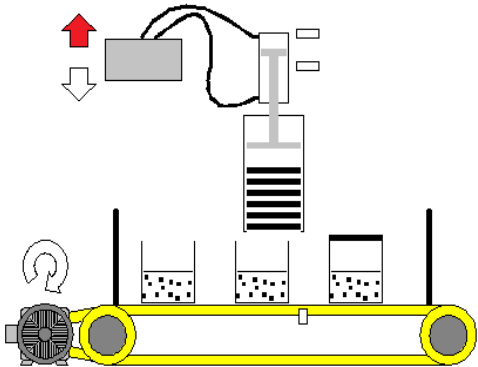
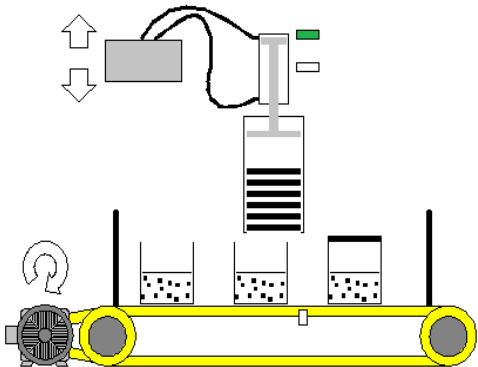
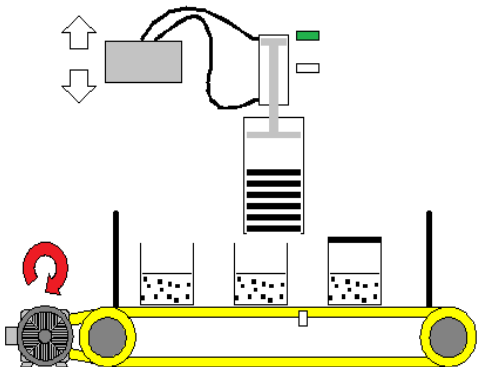
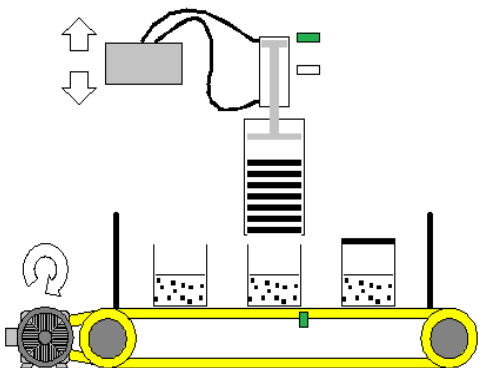
Entradas digitais da máquina de tampar potes

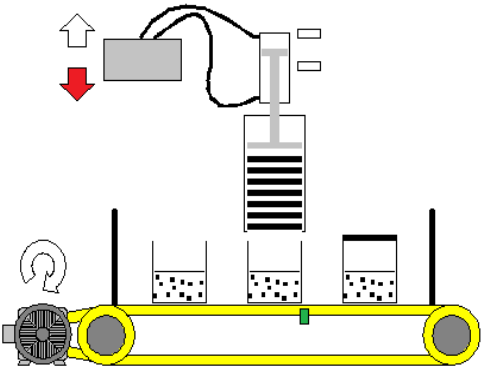
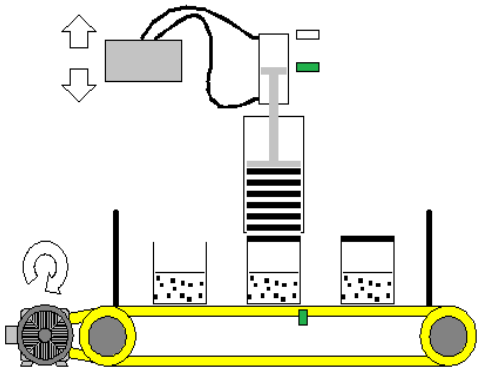
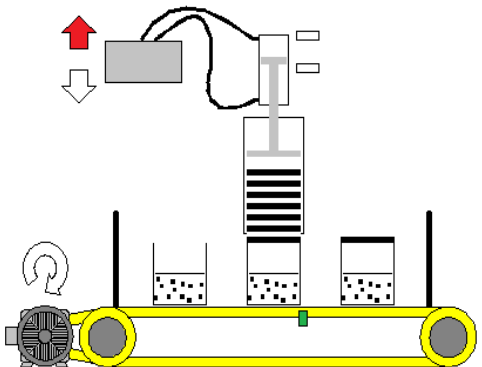
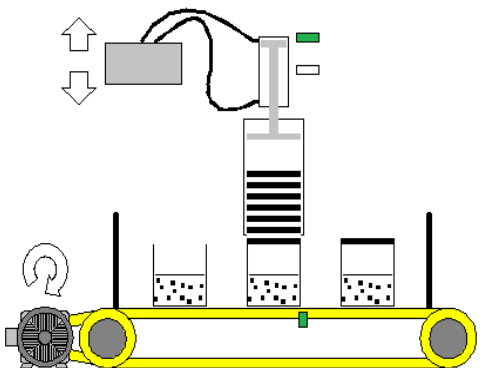
- Sensor Cilindro recuado
- Sensor Pote embaixo do cilindro
- Sensor Cilindro avançado
- Botão de acionamento manual para recuar cilindro
- Botão de acionamento manual para avançar cilindro
- Botão de acionamento manual para ligar esteira
- Botão de acionamento manual para desligar esteira

Ciclo automático da máquina de tampar potes

Para entender como funciona o ciclo automático da máquina de tampar potes, apresenta-se a seguir como o CLP irá acionar automaticamente cada atuador para provocar a movimentação cíclica da máquina em uma sequência previamente definida:



PASSO 2 Ao iniciar o ciclo, o CLP aciona a "Solenóide de Recua Cilindro", provocando o deslocamento do cilindro para cima.	
PASSO 3 O recuo do cilindro é interrompido assim que o "Sensor de Cilindro Recuado" for acionado.	
PASSO 4 O CLP então aciona a saída do "Contator Liga motor da esteira", provocando a movimentação dos potes	
PASSO 5 A esteira é desligada assim que o sensor de "Pote embaixo do cilindro" for acionado.	

PASSO 6 O CLP aciona a saída da "Solenóide de Avanço Cilindro" O "Sensor de Cilindro Recuado" é desacionado (por ocasião do deslocamento do cilindro para baixo)	
PASSO 7 O avanço do cilindro é interrompido ao acionar o "Sensor de Cilindro Avançado"	
PASSO 8 O CLP aciona a saída da "Solenóide de Recua Cilindro" O "Sensor de Cilindro Avançado" é desacionado (por ocasião do deslocamento do cilindro para cima)	
PASSO 9 O recuo do cilindro é interrompido assim que o "Sensor de Cilindro Recuado" for acionado.	

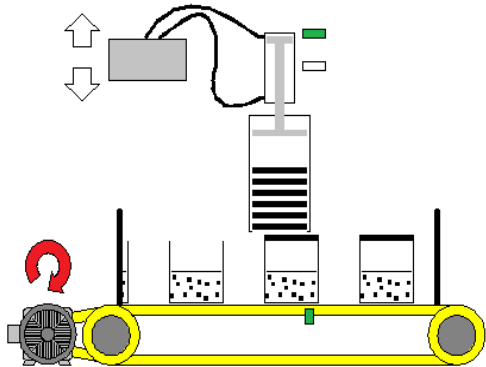
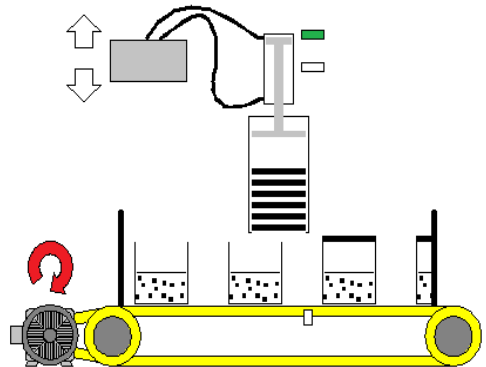
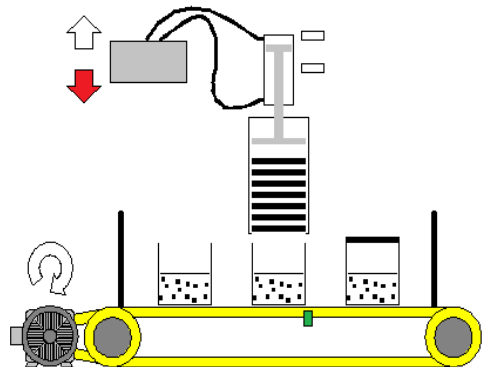
PASSO 10 O CLP então aciona a saída do "Contator Liga motor da esteira", provocando a movimentação dos potes	
PASSO 11 O CLP continua acionando a esteira até um "novo" pote acionar o "Sensor de Pote embaixo do cilindro".	
PASSO 12 Ao ser detectado um novo pote, o motor da esteira desliga e o ciclo volta para o passo 06	

Tabela 2: Ciclo Automático da Máquina de Tampar Potes.

Percebe-se que o ciclo completo repetitivo da máquina é representado entre os passos 06 e 12. Os passos de 01 a 05 foram necessários somente para partir de uma condição inicial, onde nenhum sensor estaria acionado. Esse tipo de condição deve ser sempre prevista pelos desenvolvedores de *software* de CLP.

Voltando à discussão da "Proteção do Núcleo", em seguida é apresentado um exemplo de código "sem proteção do núcleo":

```
SEL      (entradaBotaoRecuoCilindro)
EN       (entradaSensorCilindroRecuado)
MEMO     (saidaSolenoidRecuoCilindro)
```

É possível ver no código anterior, que os sinais de entrada e saída foram utilizados para compor a lógica de recuo do cilindro. É importante notar que, caso ocorra uma mudança em tal equipamento que necessite adicionar algum sensor ou atuador relacionado ao movimento de recuo do cilindro, será necessário alterar a **lógica principal** dessa função. A idéia de utilizar o conceito de "proteção de núcleo" é evitar este tipo de intervenção, preservando assim todos os testes que já foram realizados e que garantem o correto funcionamento do sistema.

Exemplo de código com proteção do núcleo

Abaixo é apresentado um código com a mesma função, porém utilizando o conceito de proteção do núcleo. Percebe-se que os sinais de entrada e de saída foram substituídos por sinais auxiliares compatíveis com o domínio do problema, ou seja, a **lógica principal (núcleo)** agora utiliza sinais independentes de detalhes de implementação existentes neste equipamento. Exemplo:

```
////////////////////////////////////
//Interface Entrada
////////////////////////////////////

SEL      (entradaBotaoRecuoCilindro)
MEMO     (pressionouBotaoRecuoCilindro)

SEL      (entradaSensorCilindroRecuado)
MEMO     (cilindroRecuado)

////////////////////////////////////
//Núcleo
////////////////////////////////////

SEL      (pressionouBotaoRecuoCilindro)
EN       (cilindroRecuado)
MEMO     (comandoRecuoCilindro)

////////////////////////////////////
//Interface Saída
////////////////////////////////////

SEL      (comandoRecuoCilindro)
MEMO     (saidaSolenoidRecuoCilindro)
```

Analisando o programa anterior, é possível perceber que a qualidade do código melhorou, pois uma vez testado o núcleo que contém a lógica de “domínio do problema”, é possível implementar adaptações relacionadas ao I/O simplesmente alterando as interfaces, sem precisar alterar o núcleo.

Considerando que o mesmo código fosse aproveitado para automatizar uma máquina semelhante que não possui o sensor de "Cilindro Recuado", bastaria implementar um temporizador para compor o estado do sinal auxiliar. Exemplo:

```

////////////////////////////////////
//Interface Entrada
////////////////////////////////////

SEL      (entradaBotaoRecuoCilindro)
MEMO     (pressionouBotaoRecuoCilindro)

SEL      (comandoRecuoCilindro)
MEMO     (dsp_duracaoRecuoCilindro)

SEL      (fim_duracaoRecuoCilindro)
MEMO     (cilindroRecuado)

////////////////////////////////////
//Núcleo
////////////////////////////////////

SEL      (pressionouBotaoRecuoCilindro)
EN       (cilindroRecuado)
MEMO     (comandoRecuoCilindro)

////////////////////////////////////
//Interface Saída
////////////////////////////////////

SEL      (comandoRecuoCilindro)
MEMO     (saidaSolenoidRecuoCilindro)

```

Obs: O sinal “fim_duracaoRecuoCilindro” será acionado quando o sinal “dsp_duracaoRecuoCilindro” for mantido acionado por cinco segundos.

É possível perceber que a alteração foi feita somente na interface de entrada, mantendo assim o núcleo do sistema intacto.

Quanto maior e mais complexo for o sistema, maior será o benefício oferecido pela técnica em relação à manutenção de código. O exemplo aqui serviu somente para demonstrar como aplicá-la e provar que é possível modificar o *software* sem comprometer a parte do código responsável pela inteligência do sistema.

3.4.2.2. Intertravamento por alarme

É comum encontrar no mercado várias empresas que fornecem uma listagem do programa *LADDER* juntamente com a documentação de seu equipamento. É curioso refletir porque isso acontece. O motivo mais plausível é que tal informação ajuda muito a equipe de manutenção a identificar os motivos da "não realização" de uma determinada função pelo equipamento. Esse tipo de iniciativa acaba sendo necessária porque muitos programas possuem deficiências não percebidas por seus desenvolvedores.

Para exemplificar melhor, segue o código da lógica de recuo do cilindro existente no núcleo do programa da máquina de tampar potes:

```

////////////////////////////////////
//Núcleo
////////////////////////////////////

SEL      (pressionouBotaoRecuoCilindro)
EN       (cilindroRecuado)
MEMO     (comandoRecuoCilindro)

```

Considerar que o cilindro não está fisicamente recuado. Considerar também que o sensor de cilindro recuado esteja "em curto", mantendo-se acionado mesmo quando o cilindro está avançado. Visualmente o operador identifica que o cilindro não está recuado e então pressiona o botão para poder recuá-lo. O sistema não responde e também não informa o motivo.

Em situações como essa, a listagem *LADDER* é necessária para permitir ao técnico descobrir o que está impedindo o movimento.

Para contornar essa situação, é possível escrever uma lógica de modo invertido, somente para assinalar em uma tela de alarmes o motivo pelo qual a solicitação que está sendo realizada não pode ser atendida. Isso significa criar uma lógica adicional para cada intertravamento necessário. Caso isso não seja cumprido adequadamente, algumas funções podem ficar sem explicação para o usuário, e em outros casos, podem surgir alarmes falsos relacionados a intertravamentos que não existem mais.

Uma forma eficiente de resolver esse tipo de problema é utilizar a técnica de intertravamento por alarme. Nesta técnica, o núcleo do código é dividido em três partes:

- Solicitações
- Lógica de Alarme
- Comandos

O bloco da “**Solicitação**” irá tratar os sinais que “solicitam” a realização de uma função (tanto em manual como em automático). O bloco da “**Lógica de alarme**” irá identificar que situação deve impedir a realização da função (intertravamento). O bloco de “**Comando**” irá identificar se uma solicitação foi realizada “e não” existe impedimento por alarme. Somente nessa condição o comando é realizado.

É possível analisar abaixo a alteração realizada no código do núcleo da máquina de tampar potes para contemplar o padrão de intertravamento por alarme.

```

////////////////////////////////////
//Solicitações
////////////////////////////////////

SEL      (pressionouBotaoRecuoCilindro)
MEMO     (solicitaRecuoCilindro)
.
. Solicitações de outras funções
.
////////////////////////////////////
//Alarmes
////////////////////////////////////

SEL      (solicitaRecuoCilindro)
E        (cilindroRecuado)
MEMO     (alarmeCilindroRecuado)
.
. Alarmes de outras funções
.
////////////////////////////////////
//Comandos
////////////////////////////////////

SEL      (solicitaRecuoCilindro)
EN       (alarmeCilindroRecuado)
MEMO     (comandoRecuoCilindro)
.
. Comando de outras funções
.

```

Dessa forma, o **impedimento** da função é realizado através de um **alarme**. Considerando que alarmes tem um papel essencial em sistemas de automação, é bem provável que essa informação seja automaticamente apresentada na IHM do equipamento, alertando assim o operador.

É importante lembrar que esta estrutura determina que as solicitações de todas as funções sejam feitas inicialmente, seguidas do bloco de alarmes e por último o bloco de comandos.

3.4.2.3. Níveis de alarmes

Em um sistema de automação é muito comum perceber que certas condições interferem no comportamento de várias funções ao mesmo tempo. Considerar por exemplo a situação onde um operador pressiona o botão de emergência de uma máquina. Dependendo do equipamento, situações como esta devem impedir o acionamento de qualquer função, já que está sendo sinalizada uma situação de perigo ou de prevenção. De modo informal podemos dizer que o pressionamento do botão deve possuir um efeito em Broadcast, ou seja, todas as funções do sistema devem ser influenciadas por esta ocorrência. De modo análogo ao botão de emergência, outras situações podem também demandar um comportamento comum em várias partes do sistema. Sendo assim, uma técnica muito interessante para a construção de *software* de automação de equipamentos, é classificar os diversos alarmes existentes em diferentes níveis que provocam uma reação comum em várias funções.

Cada projetista pode definir seus próprios níveis de alarme, que podem variar de acordo com sua própria experiência e de acordo com as características dos equipamentos automatizados. A seguir são apresentados quatro níveis de alarmes que podem ser aproveitados para vários tipos de máquinas:

Nível 4 - Interrompe todos os movimentos da máquina

Este nível foi criado para impedir o acionamento de qualquer função do equipamento. Para isso, deve ser inserido “em série” na lógica de “comando” de todas as funções do sistema. Exemplo:

```

////////////////////////////////////
//Comandos
////////////////////////////////////

SEL      (solicitaRecuoCilindro)
EN       (alarmeCilindroRecuado)
EN      (alarmeNivel4)
MEMO     (comandoRecuoCilindro)

```

Nível 3 - Desliga equipamentos

Este nível normalmente é usado para desligar equipamentos que possuem energia potencial, evitando assim a geração de trabalho em situações onde isso não é desejado. É aplicado em situações extremas de parada incondicional, onde os equipamentos bloqueados normalmente são representados por motores e circuitos de alimentação. Dessa forma, existindo algum alarme que necessite provocar o desligamento de equipamentos deste tipo, basta classificá-lo como nível 3.

Nível 2 - Interrompe o início do próximo ciclo automático

Este nível de alarme é usado em situações onde o alarme ocorrido não necessita interromper imediatamente o funcionamento da máquina, mas sim evitar que um novo ciclo automático seja iniciado.

Nível 1 - Somente informativo

Este nível é usado somente para classificar os alarmes que não foram incluídos nos níveis anteriores. É considerado uma boa prática utilizá-lo, pois assim fica explícito no código a decisão tomada pelo projetista, evitando que a “não classificação” em níveis superiores seja interpretada como esquecimento.

Classificação dos alarmes em níveis

A classificação dos alarmes em níveis deve ser realizada imediatamente após o bloco da lógica de alarmes e antes do bloco de “comandos”. Exemplo:

```

////////////////////////////////////
//Alarmes
////////////////////////////////////
.
. Bloco de alarmes
.
////////////////////////////////////
//Niveis de alarmes
////////////////////////////////////

SEL      (alarmeCilindroRecuado)
OU       (alarmeCilindroNaoRecuado)
OU       (alarmeEsteiraLigada)
MEMO     (alarmeNivel1)

SEL      (alarmeProducaoConcluida)
MEMO     (alarmeNivel2)

SEL      (alarmeBotaoEmergenciaPressionado)
MEMO     (alarmeNivel3)

SEL      (alarmeProblemaSegurancaHidraulica)
OU       (alarmeNivel3)
MEMO     (alarmeNivel4)

////////////////////////////////////
//Comandos
////////////////////////////////////
.
. Bloco de comandos
.

```

A adoção desta técnica oferece mais controle sobre as exceções que podem ocorrer durante o funcionamento do equipamento. Além disso simplifica o código e facilita futuras manutenções onde é desejado a mudança do comportamento da máquina em determinadas situações de alarme, pois em vários casos, basta a reclassificação de um alarme em um nível diferente para atingirmos os resultados desejados.

3.4.2.4. Sequenciador automático

A seguir é apresentado um diagrama SFC simplificado, que demonstra o funcionamento desejado para a máquina de tampar potes em automático:

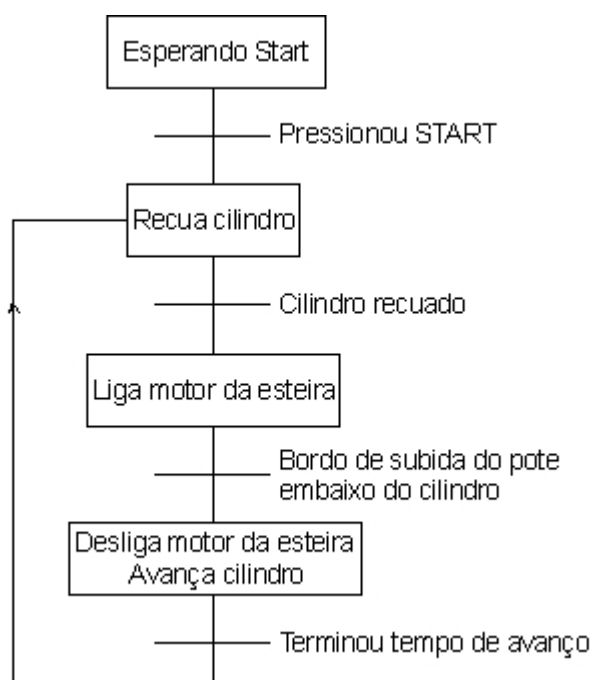


Figura 18: Diagrama SFC da máquina de tampar potes.

O diagrama representa os **passos** (retângulos) do ciclo automático, e as **condições de transição** (linhas) entre um passo e outro. É possível identificar a existência de um passo inicial chamado “Esperando Start”, e um retorno ao passo “Recua cilindro” após satisfazer a condição “Terminou tempo de avanço”.

A técnica apresenta uma estrutura que reproduz “exatamente” o diagrama acima, oferecendo sinais que poderão ser utilizados nos blocos de solicitações apresentados anteriormente. Dessa forma, com o mínimo de alterações no programa, implementa-se o código do ciclo automático que aproveita todas as seguranças e intertravamentos previamente definidos no modo manual. Esta técnica, combinada com as técnicas de “Proteção do Núcleo”, “Intertravamento por Alarme” e “Níveis de Alarme”, permite criar uma estrutura totalmente limpa, eficiente e segura para escrita do código de um equipamento automático.

A seguir, é apresentada uma estrutura básica da lógica de definição de cada passo do ciclo automático. Esta estrutura é inspirada pelo método de cadeias

estacionárias, porém acrescenta detalhes particulares da técnica aqui apresentada:

Estrutura básica de cada passo do sequenciador

SEL	(passoAnterior)
E	(condiçãoTransição)
EN	(alarmeNivel4)
OU	(passoAtual)
E	(automatico)
EN	(próximoPasso)
MEMO	(passoAtual)

Abaixo é possível ver a mesma estrutura representada em *LADDER*:

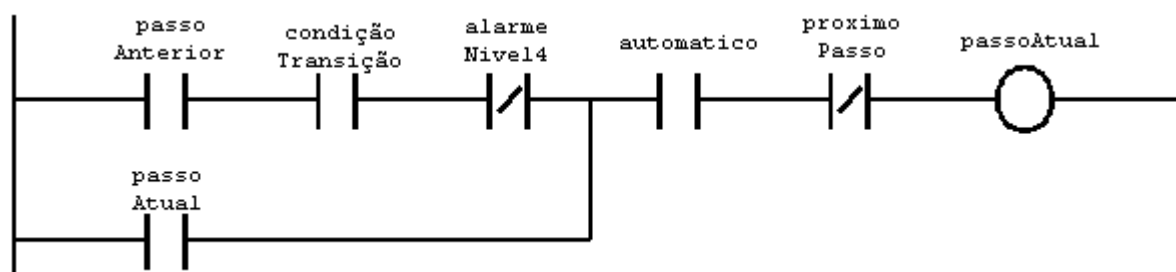


Figura 19: Estrutura de um passo do sequenciador em *LADDER*.

Em cada bloco são usados sinais referentes a três passos: O “passo atual”, o “passo anterior” e o “próximo passo”.

Os dois primeiros sinais (“passoAnterior” e “condiçãoTransição”) definem a lógica de acionamento do “passo atual”. Ao ser acionado, o “passoAtual” retém seu estado por ter sido utilizado em paralelo com toda a lógica inicial do bloco (normalmente chamado de “selo”). O “passoAtual” só será desacionado quando a máquina sair do modo automático ou quando a condição do “próximoPasso” for satisfeita.

Seguindo as definições apresentadas pela técnica, é apresentado a seguir o código do ciclo automático da máquina de tampar potes conforme o diagrama SFC.

Ciclo automático da máquina de tampar potes

```

SEL      (automatico)
SUBIDA
EN       (alarmeNivel4)
OU       (autoEsperandoStart)
E        (automatico)
EN       (autoRecuaCilindro)
MEMO     (autoEsperandoStart)

SEL      (autoEsperandoStart)
E        (teclaStart)
OU       (autoFimCiclo)
EN       (alarmeNivel4)
EN       (alarmeNivel2)
OU       (autoRecuaCilindro)
E        (automatico)
EN       (autoLigaMotorEsteira)
MEMO     (autoRecuaCilindro)

SEL      (autoRecuaCilindro)
E        (cilindroRecuado)
EN       (alarmeNivel4)
OU       (autoLigaMotorEsteira)
E        (automatico)
EN       (autoAvancaCilindro)
MEMO     (autoLigaMotorEsteira)

SEL      (autoLigaMotorEsteira)
E        (poteChegouEmbaixoCilindro)
EN       (alarmeNivel4)
OU       (autoAvancaCilindro)
E        (automatico)
EN       (autoFimCiclo)
MEMO     (autoAvancaCilindro)

SEL      (autoAvancaCilindro)
E        (cilindroAvancado)
EN       (alarmeNivel4)
OU       (autoFimCiclo)
E        (automatico)
EN       (autoRecuaCilindro)
MEMO     (autoFimCiclo)

```

É importante notar que no segundo bloco foi usada também a variável do alarme de nível 2, impedindo assim o reinício do ciclo em caso de alarme deste tipo.

Utilização dos sinais do sequenciador

Após elaborado o sequenciador, basta utilizar os sinais referentes a cada “passoAtual” diretamente na lógica de solicitação de cada função. Ex:

```

////////////////////////////////////
//Solicitações
////////////////////////////////////

SEL      (pressionouBotaoRecuoCilindro)
E        (manual)
OU       (autoRecuaCilindro)
MEMO     (solicitaRecuoCilindro)

```

Esta é a única intervenção que precisará ser feita no código de cada função, pois toda a parte de intertravamento já foi construída em modo manual.

3.5. Implementação das técnicas em sistemas reais

As técnicas identificadas foram adotadas por uma equipe de desenvolvedores de *software* de uma empresa fornecedora de soluções na área de automação industrial. Durante um período de 4 anos e 2 meses, a equipe desenvolveu 188 sistemas, gerando 1199 revisões de *software* devidamente registradas de acordo com as técnicas de versionamento e histórico de alterações.

3.6. Realização da "Classificação das revisões de *software*"

Levando em consideração o significativo número de revisões gerado, procurou-se obter uma medição que pudesse avaliar a efetividade das técnicas. Dessa forma, todas as 1199 revisões foram classificadas em função de 3 possíveis causas consideradas relevantes:

- Erro de codificação na lógica dos programas
- Erros em função de problemas de especificação dos requisitos do sistema
- Adição de novos recursos ou melhorias.

4. RESULTADOS

4.1. Quantidade de *softwares* desenvolvidos por ano com as técnicas

A Figura 20 apresenta a quantidade de sistemas desenvolvidos com as técnicas durante 4 anos e 2 meses pelo setor de desenvolvimento de *software* de uma empresa que fornece soluções para a área de automação industrial em todo o território nacional.

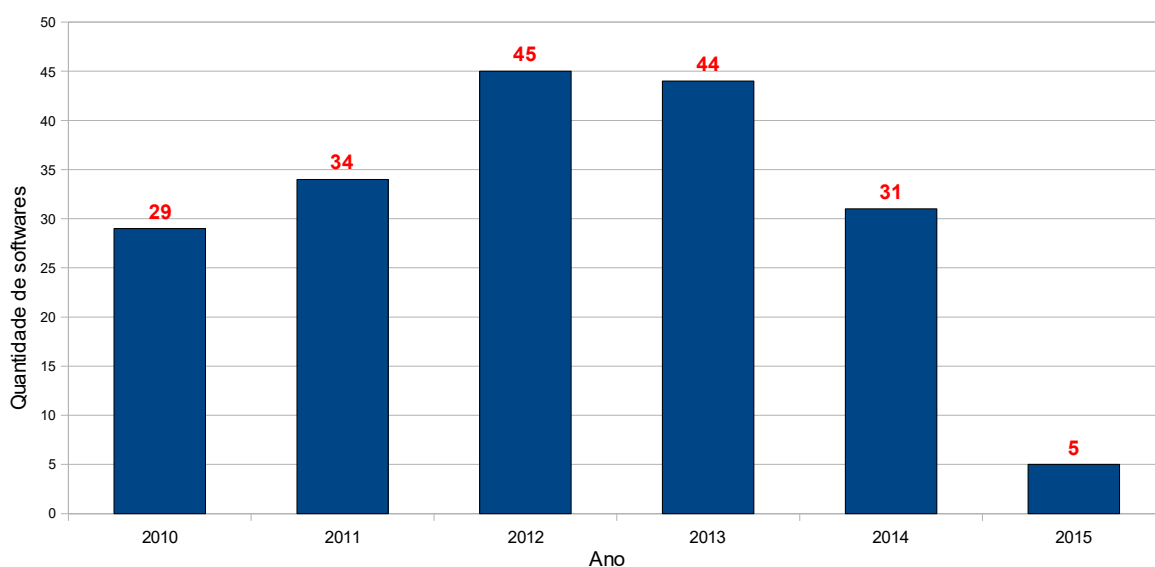


Figura 20: Qtd de *softwares* desenvolvidos por ano com as técnicas.

4.2. Classificação das revisões de *software*

A Tabela 3 abaixo apresenta a classificação de cada revisão de *software* em função das seguintes causas possíveis: Erro de Lógica, Erro de Especificação e Adição de novos recursos.

Ano	Identificação do <i>software</i>	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
2015	104101 - Sopradora Exact 6 Simples	1	0			
2015	101706 - Sopradora P5 - RDK	6	2			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
2015	600701 - Carton erecting machine	1	3			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 3			X		
2015	101101 - Sopradora Autoblow 500 SNP	1	8			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X		X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
	Revisão 7					X
	Revisão 8			X		X
2015	100201 - Sopradora Rogeflex	1	0			
2014	104001 - Sopradora Pintarelli Versátil Simplex	1	0			
2014	103901 - Sopradora Tecnoblow 6.0 Dupla	1	1			
	Revisão 1				X	
2014	201403 - Injetora ROMI 1100T	3	0			
2014	202406 - Injetora IS 100	6	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
2014	206201 - Injetora Arbug 320T	1	0			
2014	510101- Sistema Integrado de Produção de Masterbatch	1	0			
2014	206101 - Injetora Sandretto Lógica 370/70	1	1			
	Revisão 1			X		
2014	103502 - Sopradora MSCK/D	2	0			
2014	401001 - Sopradora Moretti	1	0			
2014	400901 - Bekum BA15 - VL Sopra	1	0			
2014	206001 - Injetora Rotativa 18 postos	1	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
2014	600601 - Máquina de inspeção de artigo de embalagem	1	2			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3					X
2014	100103 - Sopradora PAC1	3	1			
	Revisão 1				X	X
2014	202004 - Injetora Sandretto SB Uno 612/165	4	4			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
2014	202003 - Injetora Sandretto SB Uno 612/165	1	0			
2014	205901 - Injetora Sandretto 485T	1	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
2014	202002 - Injetora Sandretto SB Uno 612/165	1	0			
2014	204602 - Injetora Sandretto SB Uno 430/110T	2	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
2014	205801 - Injetora EcoLógica 170T	1	6			
	Revisão 1			X	X	
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5			X		X
	Revisão 6				X	
2014	205701 - Injetora Oriente 60T	1	5			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2014	103102 - Sopradora Hesta Grahman	2	4			
	Revisão 1			X		
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
2014	400801 - HDL10L - FABINJECT	1	3			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
2014	205601 - Injetora AX Plásticos	1	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X		X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5					X
2014	205501 - Injetora Ideali 140V	1	11			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3					X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11					X
2014	204302 - Injetora Sandretto Série Otto	2	8			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
2014	103801 - Sopradora MSC/D Co-extrusão - 3 Extrusoras	1	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
2014	101705 - Sopradora P5 Battenfeld - Techblow	5	3			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
2014	102403 - Sopradora Pintarelli Soprática	3	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	X
2014	102402 - Sopradora Pintarelli Soprática	2	0			
2014	520001 - Extrusora 30mm Ax Plásticos	1	1			
	Revisão 1				X	
2014	204803 - Injetora Vertical Turra FTV600/145	3	14			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6			X		X
	Revisão 7					X
	Revisão 8					X
	Revisão 9			X		
	Revisão 10				X	
	Revisão 11					X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	X
	Revisão 14				X	X
2013	400701 - Sopradora Kautex Juliplastik	1	0			
2013	000501 - Injetora de Metal Wotan 280T	1	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 3			X		
2013	205401 - Injetora FCS800T	1	16			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11					X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	X
	Revisão 14			X		
	Revisão 15					X
	Revisão 16			X		
2013	200102 - Injetora Semeraro 250/140	2	0			
2013	205301 - Injetora MIR 140T	1	0			
2013	600501 Socador hidráulico	1	3			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
2013	400302 - HDL20L - Techblow	2	1			
	Revisão 1				X	X
2013	202104 - SESA LC 790/200T	4	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	X
2013	103701 - Sopradora AutoBlow 400	1	6			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4			X		
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
2013	103601 - Sopradora Pugliese PAC 5	1	7			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
2013	103402 - Sopradora HBD51 Mesa Dupla - Hitecnica	2	0			

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
2013	103002 - Sopradora Autoblow 25LS	2	14			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13					X
	Revisão 14				X	
2013	205201 - Injetora HIMACO - Hitecnica	1	7			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5			X		
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	
2013	103501 - Sopradora MSCK	1	6			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	X
2013	205101 - Injetora Starmach Standard	1	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
2013	600401 - Biseladora Use-Mak Retlína BR9	1	0			
2013	102204 - Sopradora BM-704 Bekum - Logoplaste	4	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
2013	103401 - Sopradora HBD51 Mesa Dupla - Hitecnica	1	0			
2013	100203 - Sopradora Rogeflex Mesa Simples	3	1			
	Revisão 1				X	X
2013	200803 - Sandretto Lógica 220T	3	2			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2					X
2013	205001 - Injetora HAITAI 500T HTJB5000 - Hitecnica	1	14			

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	X
	Revisão 13				X	
	Revisão 14				X	
2013	204902 - Injetora PPIS - IEEL	2	9			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
2013	101704 - Sopradora P5 Battenfeld - Hitecnica	4	6			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
2013	100102 - Sopradora PAC1	1	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
2013	102903 - Sopradora Pintarelli Starmaq 6000-S	3	4			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
2013	102902 - Sopradora Pintarelli Starmaq 6000-S	2	4			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
2013	204802 - Injetora Vertical Turra Yazaki 60/40	2	11			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X
	Revisão 11					X
2013	202404 - Injetora IS100 VIII	4	2			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
2013	202405 - Injetora IS100 VII	5	1			
	Revisão 1				X	
2013	204901 - Injetora PPIS - IEEL	1	8			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	X
2013	204203 - Injetora Sandretto SB Uno 260/80	3	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5				X	
2013	400601 - Sopradora Pugliese Battenfeld TRC-20L	1	8			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4			X		X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
2013	101605 - Sopradora MSC/D - Co-Extrusão 4 extrusoras	5	4			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
2013	100706 - Sopradora HBD111 ALVTEC	6	3			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
2013	204202 - Injetora Sandretto SB Uno 80T	2	1			
	Revisão 1				X	
2013	600301 - Posicionamento de ferramentas p/ tornos CNC	1	0			
2013	204801 - Injetora Vertical Turra FTV600/145	1	10			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X
2013	200503 - Injetora Sandretto Giusta	3	3			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
2013	102802 - Sopradora Rogeflex mesa dupla	2	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
2013	103301 - Sopradora Pavan Zanetti BMT5000S	1	14			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	
	Revisão 14				X	
2013	400501 - Sopradora por Acumulação STMonza ST30	1	11			

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	
2013	102203 - Sopradora BM-704 Bekum - Logoplaste	3	8			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8			X		
2013	204701 - Injetora Krauss Maffei 110T	1	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
2013	103201 - Sopradora Bekum Mesa Dupla	1	4			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
2012	202103 - Injetora SESA LC 200T	3	1			
	Revisão 1				X	X
2012	204601 - Injetora Sandretto SB Uno 110T	1	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X		
2012	201401 - Injetora ROMI 1100T	1	16			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6			X		X
	Revisão 7				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12					X
	Revisão 13				X	
	Revisão 14					X
	Revisão 15				X	
	Revisão 16				X	
2012	204501 - Software Injetora Série 2000 80T.	1	5			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2012	101604 - Sopradora MSC/D - Co-Extrusão 4 extrusoras	4	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
2012	204401 - Injetora Battenfeld S 20000 - 2500	1	13			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	
2012	103101 - Sopradora Hesta Grahman	1	7			
	Revisão 1					X
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
2012	203403 - Injetora Sandretto SB Uno 790/220	3	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6			X		
2012	204301 - Injetora Sandretto Serie Otto 360T	1	0			
2012	103001 - Sopradora Autoblow 25LS	1	12			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6			X		
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12					X
2012	203402 - Injetora Sandretto SB Uno 790/220	2	6			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
2012	204201 - Injetora Sandretto SB Uno 80T - OliverTech.	1	4			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
2012	200802 - Injetora Sandretto Logica 170	2	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4			X		X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
2012	204101 - Injetora Oriente 180T	1	6			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
2012	202102 - Injetora SESA LC 200T	2	5			
	Revisão 1					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2012	100603 - Sopradora MSC/D	3	7			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
2012	101603 - Sopradora MSC/D - Co-Extrusão 4 extrusoras	3	3			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
2012	102901 - Sopradora Pintarelli Starmaq 6000-S	1	19			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6			X		X
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	X
	Revisão 13				X	
	Revisão 14				X	
	Revisão 15				X	
	Revisão 16				X	
	Revisão 17				X	X
	Revisão 18				X	
	Revisão 19					X
2012	101703 - Sopradora P5 Battenfeld - Tecnomaq	3	14			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisao 9					X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12					X
	Revisão 13				X	X
	Revisão 14					X
2012	204001 - Injetora Serie Otto 200T.	1	4			
	Revisão 1			X		X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
2012	400401 - Sopradora Acumulação Bekum BA100	1	13			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9			X		
	Revisão 10					X
	Revisão 11					X
	Revisão 12				X	X
	Revisão 13					X
2012	600201 - Sistema de controle de silos Bombril	1	5			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
2012	203102 - Injetora SESA 160/65T	2	4			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3			X	X	
	Revisão 4					X
2012	203901 - Injetora Italtech 1000T	1	21			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3			X		
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	
	Revisão 14					X
	Revisão 15			X	X	X
	Revisão 16				X	
	Revisão 17			X		X
	Revisão 18				X	
	Revisão 19				X	X
	Revisão 20				X	X
	Revisão 21				X	
2012	203801 - Injetora Sandretto Lógica 100T	1	0			
2012	300203 - Sistema Camelvulk portátil	3	4			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
2012	102202 - Sopradora BM-704 Bekum	2	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
2012	102801 - Sopradora Rogeflex 6 Dupla	1	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
2012	102402 - Sopradora Pintarelli Soprática 5000 - Proporcional	1	11			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8					X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
2012	102701 - Sopradora Multipack Autoblow Mesa Simples	1	8			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	X
2012	102601 - Sopradora Techne 4000	1	10			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	X
2012	300202 - Sistema Camelvulk industrial - 8 estações	2	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
2012	203701 - Injetora Série 2000 300T - Alphaplast - OliverTech.	1	17			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3			X	X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5			X	X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8			X		
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	
	Revisão 13					X
	Revisão 14				X	X
	Revisão 15				X	
	Revisão 16					X
	Revisão 17					X
2012	101702 - Sopradora P5 Battenfeld	2	10			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8					X
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	X
2012	203601 - Injetora Sandretto SB Uno Mega 600T - OliverTech.	1	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2012	102501 - Sopradora Bekum BM 304D	1	12			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8			X		
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	
2012	Entrada inutilizada	1	0			
2012	102401 - Sopradora Pintarelli Soprática 5000	1	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
2012	203501 - Injetora SESA Graphics 200T	1	0			
2012	203401- Injetora SB Uno 220T	1	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X		
2012	200502 - Injetora Sandretto Giusta	2	12			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3			X		
	Revisão 4			X		X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	X
2012	203301 - Injetora SESA LC 150T	1	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
2012	203201 - Injetora Milacron 300T	1	13			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8			X		
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	X
	Revisão 13					X
2012	203101 - Injetora SESA 260/65T	1	9			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8			X		X
	Revisão 9				X	X
2012	600002 - Prensa MH	2	11			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 11					X
2011	101602 - Sopradora MSC/D - Co-Extrusão 4 extrusoras	2	11			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9			X		X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
2011	101402 - Rogeflex SergiPlast	2	0			
2011	202003 - Sandretto SB Uno - 200T	3	7			
	Revisão 1			X	X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3			X		
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	X
2011	102301 - Sopradora BPS2	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
2011	102201 - Sopradora BM-704 Bekum - Logoplaste	1	11			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	
2011	102101 - Sopradora Suniloy 1.0 - Logoplaste	1	5			

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2011	102001 - Sopradora MSL-P - Juliplastik	1	12			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
2011	101901 - Sopradora Pintarelli Versatile 5000D	1	18			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	
	Revisão 14				X	
	Revisão 15				X	X
	Revisão 16				X	X
	Revisão 17				X	
	Revisão 18				X	
2011	101001 - Sopradora MSK/D Mesa Dupla	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
2011	100702 - Sopradora HBD111	2	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
2011	500002 - Programador de Parison Dartec	2	2			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
2011	100705 - Sopradora Bekum HBD-111 - Bombril	1	18			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13					X
	Revisão 14				X	
	Revisão 15				X	X
	Revisão 16				X	
	Revisão 17				X	
	Revisão 18				X	
2011	101801 - Sopradora Versatile Dupla Pintarelli	1	16			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6			X	X	
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13				X	X
	Revisão 14				X	
	Revisão 15				X	X
	Revisão 16				X	
2011	101203 - Autoblow 570 Plus	3	7			

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7				X	X
2011	101301 - Pavan Zanetti HLD 5L	1	2			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
2011	600101 - Autoclaves	1	6			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
2011	600001 - Prensa MH	1	9			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9					X
2011	101701 - Sopradora P5 Battenfeld	1	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3					X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
2011	203001 - Injetora SESA 150T	1	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5			X		X
2011	202002 - Sandretto SB Uno - 200T	2	6			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5			X		

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 6					X
2011	400301 - Sopradora por Acumulação HDL 20L - Pavan Zanetti	1	10			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	
2011	201902 - Injetora Semeraro 260/150	2	5			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
2011	202901 - Injetora Battenfeld	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4			X		
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8					X
	Revisão 9				X	
2011	100704 - Sopradora Bekum HBD 111	4	12			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8					X
	Revisão 9			X	X	
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	X
2011	202702 - Injetora SB Uno - Cavaliere	2	5			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 4				X	
	Revisão 5			X		
2011	101201 - Sopradora Autoblow 570 Plus	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3					X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
	Revisão 7					X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	
2011	202403 - Injetora IS100 II	3	3			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
2011	100602 - Sopradora MSC/D	1	8			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7					X
	Revisão 8					X
2011	202801 - Injetora Oriente 400T - Tecnoservice	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8					X
	Revisão 9			X		
2011	202701 - Injetora SB Uno - Tecnoservice	1	24			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4					X
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7			X		
	Revisão 8				X	
	Revisão 9					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	
	Revisão 12					X
	Revisão 13				X	
	Revisão 14				X	
	Revisão 15				X	
	Revisão 16				X	
	Revisão 17				X	X
	Revisão 18					X
	Revisão 19				X	
	Revisão 20				X	X
	Revisão 21				X	
	Revisão 22					X
	Revisão 23					X
	Revisão 24			X		X
2011	202601 - Injetora Romi 100T - Silver	1	7			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	X
2011	400201 - Sopradora por Acumulação HDL-30L	1	16			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6			X		
	Revisão 7				X	
	Revisão 8					X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10				X	X
	Revisão 11				X	
	Revisão 12				X	X
	Revisão 13				X	X
	Revisão 14					X
	Revisão 15				X	X
	Revisão 16					X
2011	400101 - TRC 30L - Sopros por acumulação	1	2			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
2011	202501 - Injetora ROMI 300T	1	8			
	Revisão 1				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8			X	X	X
2010	101401 - Sopradora Bekum BA07	1	10			
	Revisão 1					X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8					X
	Revisão 9					X
	Revisão 10				X	X
2010	202402 - Injetora IS100 VII	2	5			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	
2010	202401 - Injetora IS100 II	1	4			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2			X		
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
2010	100601 Sopradora MSC/D	1	13			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X		X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8					X
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X
	Revisão 11					X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13					X
2010	1002 - Sopradora Rogeflex mesa simples	2	2			
	Revisão 1				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 2				X	X
2010	2023 - Software Injetora Genérico	1	0			
2010	2022 - Injetora Sandretto Micro 65T	1	12			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7					X
	Revisão 8			X		X
	Revisão 9			X		
	Revisão 10			X		X
	Revisão 11				X	
	Revisão 12					X
2010	2021 - Injetora SESA LC 200T	1	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3			X		X
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6			X		
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
2010	2009 - Injetora Chinesa HY-140	1	7			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4			X		X
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
	Revisão 7			X	X	X
2010	2007 - Injetora Semeraro 300/180	1	1			
	Revisão 1			X	X	X
2010	2020 - Sandretto SB Uno - 165T	1	7			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3			X		
	Revisão 4					X
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6			X	X	X
	Revisão 7			X		X
2010	2013 - ROMI 150 TGR	1	5			
	Revisão 1					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 2				X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5			X		X
2010	2008 - Injetora Sandretto Logica 770/170	1	0			
2010	2011 - Injetora de borracha Storck SRM 8160	1	4			
	Revisão 1				X	
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4					X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5			X		X
	Revisão 6			X	X	X
2010	2017 - Injetora Semeraro 400/200T	1	8			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2			X		
	Revisão 3			X	X	X
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6					X
	Revisão 7					X
	Revisão 8					X
2010	2012 - Injetora Semeraro 3k5 950	3	3			
	Revisão 1			X		
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
2010	2016 - Injetora Sandretto 770/130 Lógica	2	12			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2				X	
	Revisão 3			X	X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10					X
	Revisão 11			X		
	Revisão 12				X	
2010	2015 - Injetora Van Dorn 500	1	11			
	Revisão 1					X
	Revisão 2					X
	Revisão 3			X		X
	Revisão 4					X
	Revisão 5			X	X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8			X		
	Revisão 9			X		
	Revisão 10				X	
	Revisão 11			X		
2010	2019 - Injetora Semeraro 260/150	1	4			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3				X	
	Revisão 4			X		X
2010	5100 - Homogeneizador MH	1	10			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3			X	X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5			X	X	X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7			X	X	X
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9				X	X
	Revisão 10					X
2010	100703 - Sopradora HBD 111	3	9			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3			X		
	Revisão 4					X
	Revisão 5			X	X	X
	Revisão 6			X		
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9			X		
2010	2018 - Injetora Semeraro Sesa Graphics 100T	1	14			
	Revisão 1			X		
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5				X	
	Revisão 6			X	X	X
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8			X	X	
	Revisão 9			X	X	X
	Revisão 10			X		X
	Revisão 11			X		
	Revisão 12				X	X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 13				X	
	Revisão 14			X		X
2010	1016 - Sopradora MSCD 4 extrusoras	1	15			
	Revisão 1			X	X	X
	Revisão 2			X	X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	X
	Revisão 5			X	X	
	Revisão 6				X	
	Revisão 7			X	X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9					X
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13			X	X	
	Revisão 14			X		
	Revisão 15					X
2010	1008 - Sopradora Rogeflex 6L	1	11			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3			X		X
	Revisão 4			X		
	Revisão 5			X		
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7			X	X	
	Revisão 8				X	X
	Revisão 9			X		
	Revisão 10					X
	Revisão 11				X	
2010	1015 - Sopradora Krupp - Mesa Dupla	1	19			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3			X		X
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5			X		X
	Revisão 6			X		X
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8			X		
	Revisão 9					X
	Revisão 10			X	X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13			X		
	Revisão 14			X		X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 15			X		X
	Revisão 16				X	
	Revisão 17			X		
	Revisão 18			X	X	X
	Revisão 19					X
2010	2014 - Injetora ROMI 1100T	2	28			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2			X	X	
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4			X	X	X
	Revisão 5					X
	Revisão 6			X	X	X
	Revisão 7				X	
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10				X	
	Revisão 11					X
	Revisão 12					X
	Revisão 13			X	X	
	Revisão 14				X	
	Revisão 15			X		
	Revisão 16					X
	Revisão 17			X		X
	Revisão 18				X	X
	Revisão 19					X
	Revisão 20			X	X	
	Revisão 21			X		
	Revisão 22			X		X
	Revisão 23			X		
	Revisão 24					X
	Revisão 25				X	
	Revisão 26					X
	Revisão 27				X	
	Revisão 28			X	X	
2010	1012 - Sopradora Autoblow 570 Plus	2	26			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	
	Revisão 4				X	
	Revisão 5				X	X
	Revisão 6				X	X
	Revisão 7				X	X
	Revisão 8				X	
	Revisão 9				X	
	Revisão 10					X

Ano	Identificação do software	Ver	Rev	Erro Lógica	Erro Especificação	Adição de novos recursos
	Revisão 11					X
	Revisão 12					X
	Revisão 13					X
	Revisão 14				X	X
	Revisão 15			X	X	
	Revisão 16				X	X
	Revisão 17			X	X	X
	Revisão 18					X
	Revisão 19				X	X
	Revisão 20				X	
	Revisão 21				X	
	Revisão 22			X	X	X
	Revisão 23				X	X
	Revisão 24			X	X	X
	Revisão 25			X	X	X
	Revisão 26			X	X	X
2010	2005 - Injetora Sandretto Giusta	1	15			
	Revisão 1				X	X
	Revisão 2					X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4				X	
	Revisão 5					X
	Revisão 6				X	
	Revisão 7			X		X
	Revisão 8			X	X	X
	Revisão 9					X
	Revisão 10			X	X	
	Revisão 11				X	X
	Revisão 12				X	
	Revisão 13					X
	Revisão 14					X
	Revisão 15			X	X	
2010	5000 - Programador de Parison malha aberta	1	6			
	Revisão 1			X		X
	Revisão 2				X	X
	Revisão 3				X	X
	Revisão 4			X		X
	Revisão 5			X		X
	Revisão 6				X	

Tabela 3: Classificação das revisões de software.

4.3. Totalização das causas das revisões de *software*

A Figura 21 a seguir, apresenta a quantidade de revisões de *software* afetadas por cada uma das seguintes causas: Erro de codificação da lógica, Erro de Especificação e Adição de novos recursos.

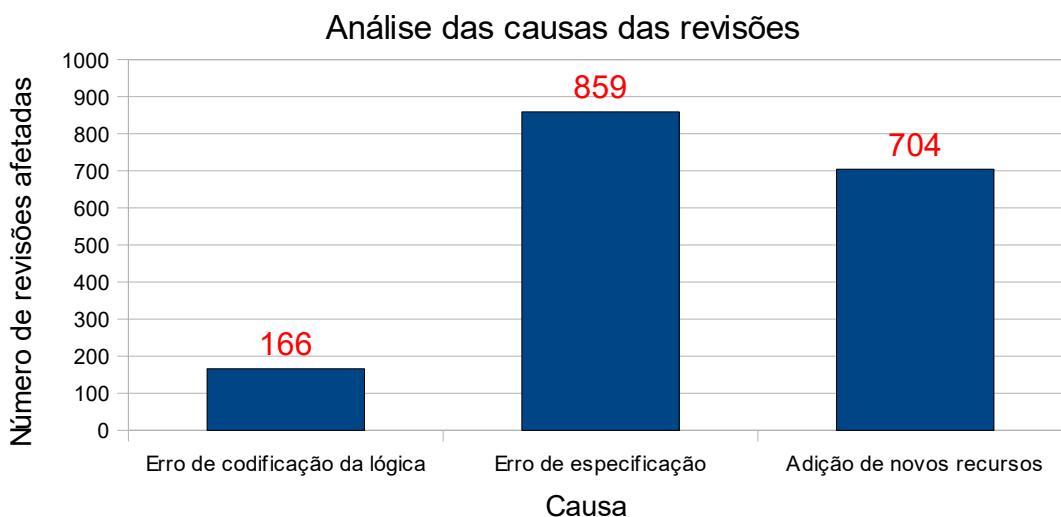


Figura 21: Totalização das causas das revisões

4.4. Quantidade de *software* X Quantidade de revisões

A Figura 22 abaixo confronta a quantidade de *softwares* criados pela quantidade de revisões realizadas.

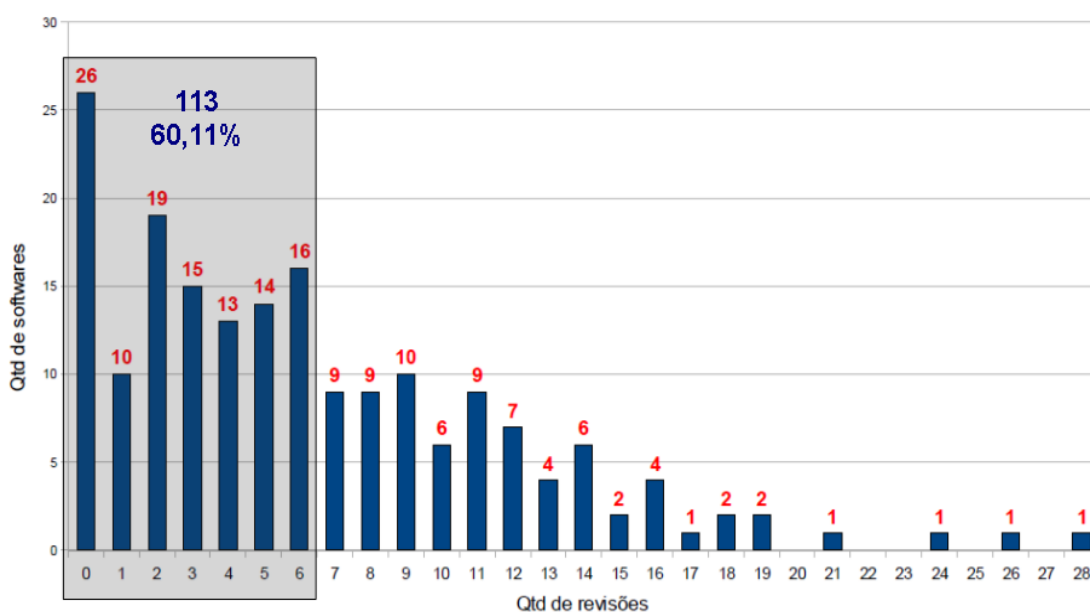


Figura 22: Qtd de *softwares* X Qtd de revisões.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As práticas discutidas neste trabalho foram aplicadas durante 4 anos e 2 meses pelo setor de desenvolvimento de *software* de uma empresa que fornece soluções para a área de automação industrial em todo o território nacional. Durante este período, foram desenvolvidos 188 sistemas para automação de máquinas e processos industriais, distribuídos ao longo dos anos conforme mostra a Figura 20 em "Resultados". A diferença das quantidades de sistemas produzidos por ano, refletem pura e simplesmente o volume de negócios desenvolvidos pela empresa. Estas informações foram apresentadas para mostrar que as técnicas foram aplicadas em uma quantidade considerável de sistemas.

As práticas de "Versionamento de código" e "Histórico de Alterações" citadas neste trabalho, foram empregadas na organização e registro das alterações de *software* realizadas nos sistemas. Esta ação culminou na geração de 1199 revisões de *software* que foram classificadas conforme as causas descritas em "3.6-Realização da "Classificação das revisões de software"". A classificação de cada revisão de *software* foi apresentada na "Tabela 3: Classificação das revisões de software.". Considerando que as técnicas foram elaboradas para permitir a criação de *software* com mais qualidade, é importante evidenciar que a "Figura 21: Totalização das causas das revisões" mostra que somente 166 revisões de *software* foram afetadas por erros de codificação da lógica. Isso equivale a somente 9,67% de todas as revisões produzidas. Podemos ver também que os erros de especificação apareceram em 859 revisões de *software*, aparecendo em 71,64% do total. É importante lembrar que novas revisões também foram criadas a partir da realização de melhorias ou adição de novos recursos aos sistemas, sendo que este último não representa necessariamente um problema de qualidade. Neste caso, o número de revisões atingidas por esta causa chegou a 704, ou seja, 58,72% do total.

Analisando os dados acima podemos considerar que as técnicas contribuíram significativamente para a obtenção de poucos erros de codificação na lógica dos sistemas criados. Porém a quantidade de problemas com a especificação dos

requisitos do sistema evidenciaram um importante ponto a ser discutido para aumentar a qualidade deste tipo de sistema.

A Figura 22 confronta a quantidade de *softwares* por quantidade de revisões realizadas. Este gráfico mostra que 113 sistemas (60,11% do total) tiveram no máximo 6 revisões de *software*, sendo que 26 deles (13,83%) não tiveram uma única revisão. A figura mostra também que o número de *softwares* diminui significativamente em função do aumento da quantidade de revisões geradas.

6. CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos é possível afirmar que a divulgação para a comunidade de automação manifestou um interesse considerável pelo assunto. O trabalho mostra também que as técnicas foram efetivamente aplicadas na construção de uma quantidade significativa de sistemas, e contribuíram para se obter sistemas com maior qualidade. Ficou evidenciado porém, que os problemas com as "Especificações de Requisitos" assumiram um papel de destaque como causa dos problemas encontrados nos sistemas desenvolvidos. Tal conclusão permite sugerir a criação de uma metodologia formal, que pudesse aproveitar as técnicas aqui descritas, e adicionalmente implementar mecanismos que ajudem a diminuir o prejuízo causado pela falhas de especificação em sistemas deste tipo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALYTICS. Número de visualizações do Canal. Resultado apresentado pelo Google Analytics no Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/analytics?o=U#dt=lt,fe=16511,fr=lw-001,fs=15934;fcr=0,r=views,rpa=a,rpbm=7-93-32,rpd=4,rpg=7,rpgr=0,rpm=t,rpp=0,rpr=d,rps=7>. Acesso em 06 de março de 2015

ANALYTICS2. Minutos Assistidos Estimados. Resultado apresentado pelo Google Analytics no Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/analytics?o=U#dt=lt,fe=16511,fr=lw-001,fs=15934;fcr=0,r=views,rpg=93>. Acesso em 06 de março de 2015

ANALYTICS3. Número de inscritos no canal. Resultado apresentado pelo Google Analytics no Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/analytics?o=U#dt=lt,fe=16511,fr=lw-001,fs=15934;fcr=0,r=subscribers,rpg=32>. Acesso em 06 de março de 2015

ANALYTICS4. Número pessoas que votaram dizendo gostar do conteúdo. Resultado apresentado pelo Google Analytics no Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/analytics?o=U#dt=lt,fe=16511,fr=lw-001,fs=15934;fcr=0,r=ratings,rpg=39>. Acesso em 06 de março de 2015

ANALYTICS5. Número pessoas que votaram dizendo não gostar do conteúdo. Resultado apresentado pelo Google Analytics no Youtube. Disponível em <https://www.youtube.com/analytics?o=U#dt=lt,fe=16511,fr=lw-001,fs=15934;fcr=0,r=ratings,rpa=r,rpbm=39-40-7,rpd=4,rpg=40,rpgr=0,rpm=t,rpp=0,rpr=d,rps=39>. Acesso em 06 de março de 2015

ALTUS. Catálogo do fabricante na Internet. Disponível em http://www.altus.com.br/site_ptbr/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=113. Acesso em 28 de fevereiro de 2015

BOLTON, W. Programmable Logic Controllers. Burlington. Elsevier, 4^a ed, 2006, p3-15.

BRANQS. **Catálogo do fabricante na Internet**. Disponível em <http://www.branqs.com.br/clp.html>. Acesso em 29 de fevereiro de 2015

BRUNE, Osmar. **CLPs de pequeno porte**. Mecatrônica atual - Ano 4 - nº 21 - Abril/Maio, 2005

CORETTI, J.A. **Manual de Treinamento Básico de Controlador Programável** - Sertãozinho, Centro de Treinamento SMAR, 1998

DIRECTINDUSTRY. **Site de divulgação do CLP Allen Bradley da Rockwell Automation**. Disponível em <http://www.directindustry.com/prod/rockwell-automation/plcs-7901-33971.html>. Acesso em 08 de março de 2015

FRANCHI, C.M. **Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos**. Editora Érica, 2008, 352p

GEORGINI, M. **Automação Aplicada. Descrição e Implementação de Sistemas Sequenciais com PLCs**. Editora Érica, 2000, 240p

HALANG, W.A. **Real-Time Systems**, World Scientific, Singapore, 1992

LADDER. **CLP CLIC02 - Exercício 17 - Seqüência de pistões A+A-B+B**. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfYOUAL/clp-clic-02-aprendizagem?part=2>. Acesso em 29 de outubro de 2015

LEWIS, R.W. **Programming industrial control system using IEC 1131-3 - IEC Control**. IEE Control Eng. Series 50, 1997, 312p

MIYAGI, P.E. **Controle Programável - fundamentos do controle de sistemas e eventos discretos**. 1a Edição - São Paulo: Edgar Bluncher, 1996, p25

MORAES. CASTRUCCI. **Engenharia de Automação Industrial**. Editora LTC, São Paulo, 2007, p.31

NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. São Paulo, SP, Editora Érica. 2003.

PHIDGETS. **Manual do usuário do Phidget Interface Kit**. Disponível em http://www.phidgets.com/docs/1014_User_Guide. Acesso em 29 de outubro de 2015

PRUDENTE, F. **Automação Industrial. PLC. Teoria e Aplicações**. Editora LTC, 2013, 316p

S7AUTOMATION. **Site de divulgação do CLP Siemens**. Disponível em <http://www.s7automation.com/product/6es7216-2ad21-0xb0/>. Acesso em 07 de março de 2015

SILVEIRA, P.R. **Automação e controle discreto**. Editora Érica, 1998, 252p

TREINAMENTO. **Tabela com instituições de ensino interessadas pelas vídeo-aulas**. Disponível em http://www.branqs.com.br/treinamentos.html#TREINAMENTO_VIA_INTERNET. Acesso em 06 de março de 2015

WIKIPEDIA. **Relays**. Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/Relay>. Acesso em 29 de outubro de 2015

APENDICE A

A.1. Apresentação das técnicas para a comunidade da área de automação

As técnicas foram apresentadas para estudantes e profissionais da área de automação através de cinco mecanismos distintos:

A.1.1. Distribuição de encadernação em papel

A encadernação chamada de "Manual de Dicas e Técnicas Avançadas para a Programação de CLPs", foi distribuída em feiras de negócio relacionadas com a área de automação (ISA SHOW 2010 - Expo Center Norte, Feiplastic 2013 - Anhembi, Mecânica 2014 - Anhembi e Brazil Automation 2015 - Transamérica Expo Center).

A.1.2. Distribuição por e-mail

A versão do manual em PDF foi também oferecida à comunidade. Para isso, cada interessado enviou uma mensagem de solicitação do manual por e-mail. Em seguida o manual era fornecido em anexo a uma mensagem que tentava despertar o interesse do mesmo em visualizar o conteúdo por meio de vídeo-aulas no *YouTube*.

A.1.3. Distribuição via download

O manual também foi disponibilizado para download no site 4Shared. Neste caso não houve nenhum mecanismo adicional de divulgação, sendo utilizadas somente as ferramentas de procura oferecidas por esse servidor.

A.1.4. Realização de palestras

A Tabela 4 abaixo mostra uma relação de instituições de ensino onde as técnicas deste trabalho foram apresentadas em formato de palestra. Em tais apresentações não é possível realizar uma constatação formal da aceitação das técnicas, porém todos os presentes foram convidados para participar do treinamento *online* que utiliza algumas das técnicas apresentadas.

Instituição de ensino	Data
Senai Almirante Tamandaré - São Bernardo do Campo	20/11/2014
FATEC - Itu	23/10/2014
Faculdade Max Planck em Indaiatuba	22/10/2014
SENAI - COLOMBO - Paraná	15/10/2014
SENAI - Antonio Souza Noscheze - SANTOS - SP	10/10/2014
ETEC Presidente Vargas em Mogi Das Cruzes	14/05/2014
ESAMC em Santos	07/05/2014
IFSP - Bragança Paulista - SP	24/10/2013
UNISAL - Univeridade Salesiana Dom Bosco - Americana - SP	23/10/2013
Instituto Federal São Paulo - IFSP - Cubatão	22/10/2013
Colégio Salesiano São José - Campinas - SP	09/11/2012

Tabela 4: Palestras realizadas sobre as técnicas apresentadas.

A.1.5. Criação de Vídeo-aulas sobre programação de CLPs no *YouTube*

Foi criado um treinamento chamado de M1-DSCLPB (Módulo 1 - Desenvolvimento *Software* CLP Básico), composto de 8 vídeo aulas publicadas no *YouTube*. Por se tratar de um módulo introdutório, somente duas das oito técnicas foram abordadas. As ilustrações 24, 25, 26, 27 e 28 mostram o resultado do interesse manifestado pelo treinamento. Tal medição foi feita de modo automatizado pela ferramenta *Google Analytics* oferecida pelo próprio *YouTube*. É importante ressaltar que a Figura 25 revela que o conteúdo foi assistido por aproximadamente 7730 horas.

A.2. Avaliação da aceitação do conteúdo pela comunidade

Para avaliar a aceitação da comunidade, foram definidos 3 mecanismos diferentes, mostrados a seguir:

A.2.1. Homologação de instituições de ensino interessadas

Foi divulgado à comunidade que os alunos pertencentes às instituições de ensino relacionadas em um determinado site, poderiam oferecer o treinamento disponibilizado no *YouTube* gratuitamente a seus alunos. Os professores relacionados às matérias de automação das instituições avaliaram o conteúdo e manifestaram que o mesmo seria interessante de ser ministrado para seus alunos. Após essa manifestação, o nome da instituição era relacionado no site.

SENAI Hessel Horácio Cherkassky - Cubatão - SP
UNISANTA - Universidade Santa Cecília - Santos - SP
MCR Tecnologia - Macaé - Cabo Frio - Rio das Ostras - RJ
UCDB - Universidade Católica Dom Bosco Campo Grande - MS
ESAMC - Santos - SP
IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Bragança Paulista - SP
UNISAL - Centro Universitário Salesiano de São Paulo - Campinas - SP
Escola e Faculdade FORTEC - São Vicente - SP
UNISAL - Centro Universitário Salesiano de São Paulo - Americana - SP
Grupo Educacional Drummond - São Paulo - SP
IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Cubatão - SP
Escola Salesiana São José – CPDB – Centro Profissional Dom Bosco - Campinas - SP
Clube do Técnico - http://www.clubedotecnico.com/
UNIP - UNIVERSIDADE PAULISTA - Campus II Rangel - Santos - SP
Faculdade Estácio da Amazônia - Estácio ATUAL

Boa Vista - RR
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - João Pessoa - PB
Instituto Monitor - Rio de Janeiro - RJ
IFS - Instituto Federal de Sergipe - Lagarto - SE
SENAI Friburgo - Nova Friburgo - RJ
ETEC - Aristóteles Ferreira - Santos - SP
SENAI - Antonio Souza Noschese - Santos - SP
ECID - Qualificação Profissional - http://www.ecid.com.br/
Instituto Galileo de Ensino Superior - Teresina - PI
FATEC - Dom Amaury Castanho - Itu - SP
Faculdade Max Planck - Indaiatuba - SP
Faculdade Pitágoras - BH Barreiro - MG
Senai Almirante Tamandaré - São Bernardo do Campo - SP
UVA - Universidade Veiga de Almeida - Rio de Janeiro - RJ
Fundação Edson Queiroz - Universidade de Fortaleza - Fortaleza - CE
Escola Técnica Sequencial - Unidade Capão Redondo - SP
INACI - Colégio Integral - FINACI - Faculdade de Tecnologia - São Paulo - SP

Tabela 5: Instituições de ensino interessadas no conteúdo.

Fonte: (TREINAMENTO, 2015)

A.2.2. Número de manuais distribuídos

A Figura 23 mostra a quantidade de encadernações distribuídas para apresentar as técnicas à comunidade da área de automação. Essas encadernações foram distribuídas para o público presente (alunos e professores) durante a realização das palestras e também em feiras de negócio do setor de automação industrial. Adicionalmente à distribuição em papel, as técnicas foram distribuídas também por e-mail ou através de download a partir do site 4Shared.

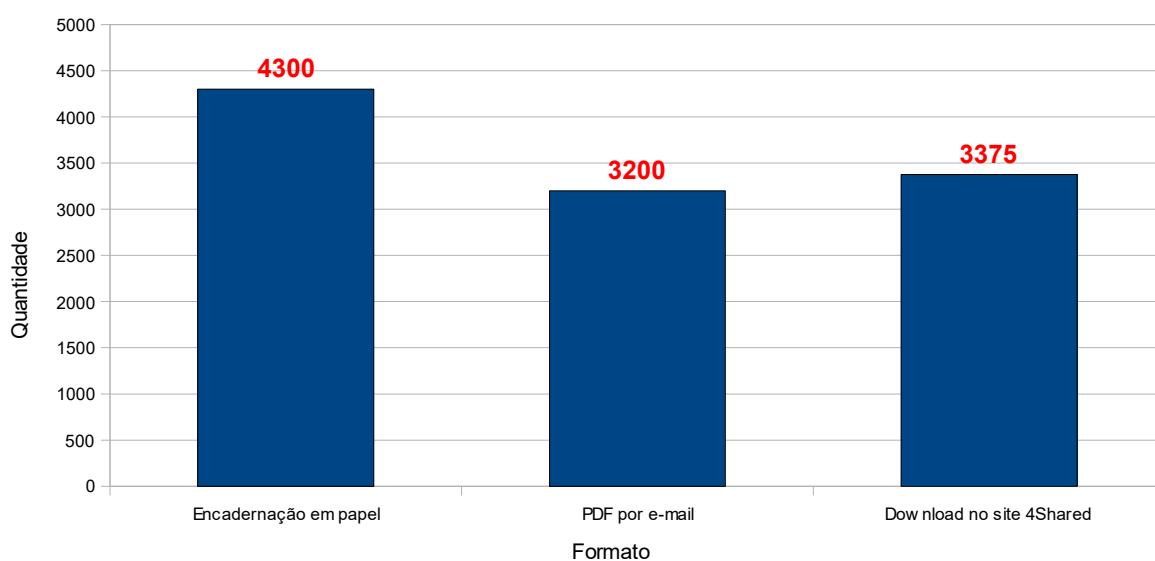


Figura 23: Estimativa de manuais distribuídos para estudantes e profissionais.

A.2.3. Estatísticas de desempenho e envolvimento no *YouTube*

Seguem os índices apresentados pelo *YouTube*:

A.2.3.1. Visualizações realizadas no *YouTube*

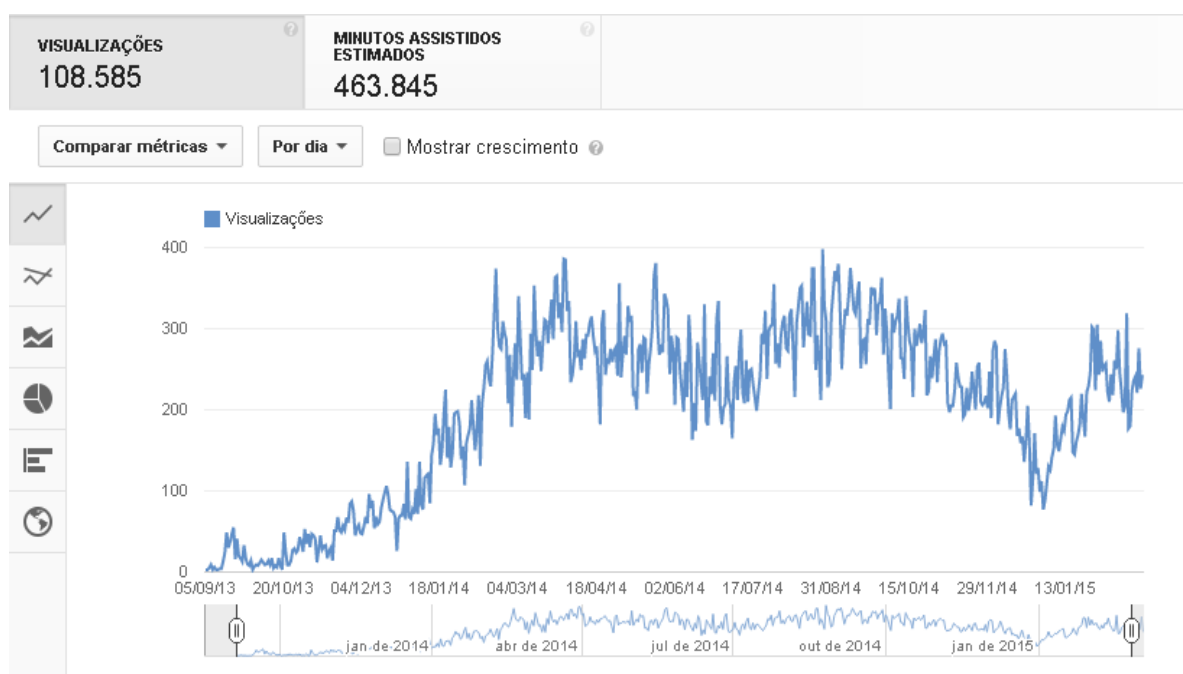


Figura 24: Visualizações no *YouTube* no período.

Fonte: (ANALYTICS, 2015)

A.2.3.2. Minutos assistidos no YouTube



Figura 25: Estimativa dos minutos assistidos no YouTube.

Fonte: (ANALYTICS2, 2015)

A.2.3.3. Número de inscrições no canal do YouTube



Figura 26: Número de inscritos no canal do YouTube.

Fonte: (ANALYTICS3, 2015)

A.2.3.4. Quantidade de pessoas que gostaram do conteúdo



Figura 27: Quantidade de pessoas que manifestaram gostar do conteúdo.

Fonte: (ANALYTICS4, 2015)

A.2.3.5. Quantidade de pessoas que não gostaram do conteúdo

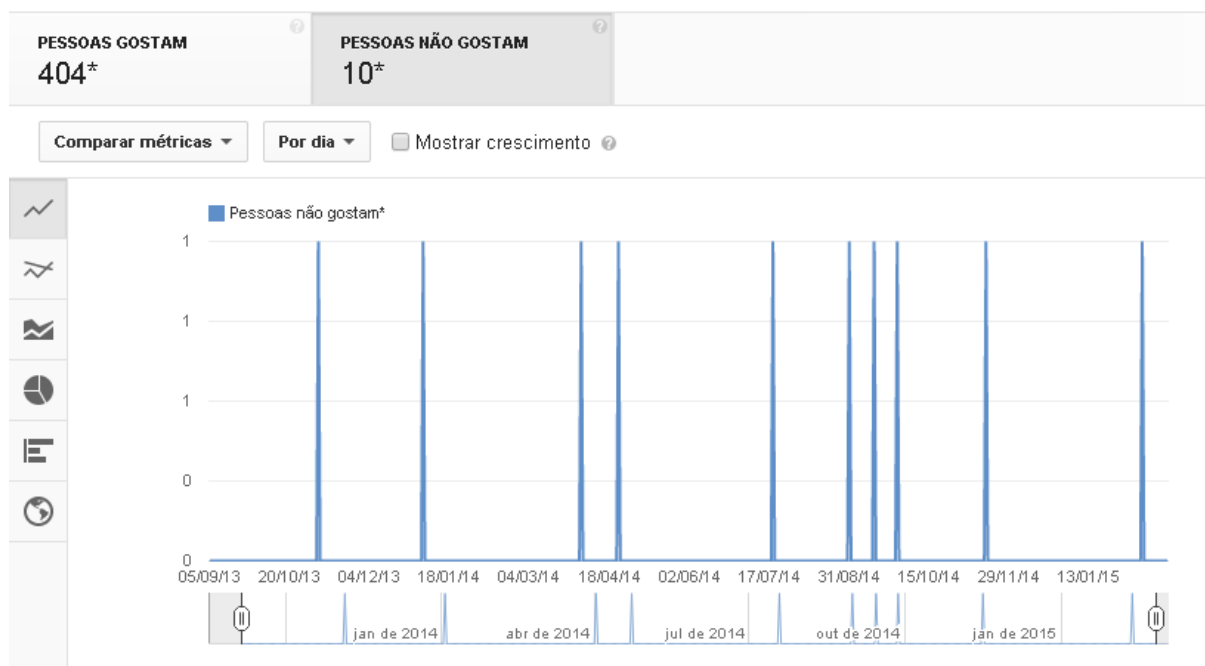


Figura 28: Quantidade de pessoas que manifestaram não gostar do conteúdo.

Fonte: (ANALYTICS5, 2015)