

Tese de Mestrado Integrado

2010

Desenvolvimento e  
Optimização de  
Automatismos CAD/CAM  
em VB.Net

Autor: Eduardo Manuel Jacinto Brás

Orientador: Prof. Doutor C. A. Silva Ribeiro

Co-orientador: Prof. Vitor Martins Augusto

Orientador na Empresa: Sr. David Alves

MIEMM

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de  
Engenharia

**AZ**  
**Azemoldes**  
moldes de azemeis lda.

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

*Tese de Mestrado Integrado*

# Desenvolvimento e Optimização de Automatismos CAD/CAM em VB.Net

Autor: Eduardo Manuel Jacinto Brás

Orientador: Professor Doutor C. A. Silva Ribeiro (DEMM/FEUP)

Co-orientador: Professor Vitor Martins Augusto (DEMM/FEUP)

Orientador na Empresa: Sr. David Alves (Azemoldes)

Julho de 2010



---

CANDIDATO: Eduardo Manuel Jacinto Brás

Código: 040508022

---

TÍTULO: Desenvolvimento e Optimização de Automatismos CAD/CAM em VB.Net

---

DATA: 29 de Julho de 2010

---

LOCAL: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Sala F103- 09:00h

---

JÚRI: *Presidente:* Professor Doutor Luís Filipe Malheiros de Freitas Ferreira  
(DEMM/FEUP)

*Arguente:* Professor Doutor Carlos Alberto Moura Relvas (DEM/UA)

*Orientador:* Professor Doutor Carlos Alberto Silva Ribeiro (DEMM/FEUP)

# Índice

Índice de figuras	3
Índice de tabelas	6
1. Resumo	8
2. Objectivo	12
3. Contextualização do estágio em ambiente empresarial	12
3.1 Caracterização da Empresa	12
3.1.1. Identificação	12
3.1.2. Localização	13
3.1.3 Tipo de sociedade	13
3.1.4. Classificação da actividade económica	13
3.1.5 Estrutura organizacional	14
3.1.6. Mercados	15
3.1.7. Sectores de negócio	16
3.1.7.1. Indústria automóvel	17
3.1.7.2. Indústria de electrodomésticos	17
3.1.7.3. Outras indústrias	17
3.1.8. Recursos humanos	18
3.1.9. Relação e integração com o meio envolvente	18
3.1.10. Evolução e política da Empresa	19
3.1.10.1. Azemoldes	19
3.1.10.2. Azeplast	19
3.2. Planeamento do trabalho a realizar neste estágio	20
4. Nomenclatura e caracterização de moldes para injeção de plásticos	20
4.1. Estrutura de um molde	21
4.2. Aços usados para o fabrico de moldes	23
4.3. Equipamentos utilizados na Empresa	25
5. Electro-erosão	28
5.1. Breve introdução	28
5.1.1. Quando usar electro-erosão	29
5.1.2. Quando usar fresamento	29
5.2. Materiais usados no fabrico de eléctrodos	31
6. Trabalho desenvolvido	32

6.1. Conversão da aplicação "IPM" programada em VB 6 para VB.NET	32
6.1.1. Apresentação da aplicação "IPM"	33
6.1.2. Actualização da aplicação "IPM"	37
6.2. Levantamento de caderno de encargos para novas funcionalidades	45
6.3. Implementação das funcionalidades especificadas no caderno de encargos	46
6.4. Documentação da aplicação	50
6.5. Teste da aplicação	51
6.6. Eficiência da aplicação	52
7. Conclusão	54
8. Bibliografia	56
Anexos	58

## Índice de figuras

Figura 1. Imagem do aspecto exterior da empresa Azemoldes.....	12
Figura 2. Imagem do interior da empresa, mais especificamente do sector de montagem e de ajuste de moldes.....	12
Figura 3. Organograma da empresa Azemoldes que identifica também os responsáveis de cada sector da empresa.....	14
Figura 4. Gráfico comparativo do escoamento de produtos, por país, no ano de 2005.....	15
Figura 5. Gráfico que demonstra as receitas, totais e por sector, para diferentes anos.....	15
Figura 6. Imagens exemplificativas dos moldes que são produzidos pela Azemoldes.....	16
Figura 7. Exemplos de peças produzidas para a indústria automóvel a partir dos moldes feitos na Azemoldes.....	17
Figura 8. Exemplos de peças produzidas para a indústria de electrodomésticos a partir dos moldes feitos na Azemoldes.....	17
Figura 9. Exemplos de peças produzidas para outras indústrias através dos moldes feitos na Azemoldes.....	17
Figura 10. Imagem que ilustra, de forma simplista, os constituintes de um molde para injeção de plásticos.....	21
Figura 11. Representação genérica de um molde (vista em corte).....	21
Figura 12. Desenho, pormenorizado em esquema, de um molde constituído por duas placas.....	23
Figura 13. Imagem de uma fresadora DECKEL MAHO DMU 160P.....	25
Figura 14. Imagem de uma fresadora DECKEL MAHO HSC 105.....	25

Figura 15. Imagem de uma fresadora HERMLE C30U.....	26
Figura 16. Imagem de uma fresadora NICOLAS CORREA EURO2000.....	26
Figura 17. Imagem de uma fresadora NICOLAS CORREA FP40.....	26
Figura 18. Imagem de uma fresadora KONDIA HM1060.....	27
Figura 19. Imagem de uma fresadora EUMACH-1050P.....	27
Figura 20. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA TECHNO H600.....	27
Figura 21. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA TECHNO H700.....	28
Figura 22. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA PRISMA S400.....	28
Figura 23. Imagem de um molde, acabado de sair da máquina fresadora.....	30
Figura 24. Imagem do mesmo molde, agora já na máquina de electro-erosão.....	30
Figura 25. Modelo do molde, em 3D.....	31
Figura 26. Exemplo de um eléctrodo de grafite usado na Azemoldes.....	32
Figura 27. Exemplo de um eléctrodo de cobre usado na Azemoldes.....	32
Figura 28. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM para a opção “Eléctrodos” usada pela empresa Azemoldes.....	33
Figura 29. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM para a opção “Macho, Cavidade, Movimentos, Postiços,...” usada pela empresa Azemoldes.....	34
Figura 30. Fluxograma simplificado que ilustra, de forma geral, o funcionamento da aplicação IPM.....	36
Figura 31. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM actualizada, para a opção “Eléctrodos”.....	39
Figura 32. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM actualizada, para a opção “Macho, Cavidade, Postiços, Movimentos,...”.....	40
Figura 33. Janela relativa ao plano de trabalho inactivo que aparece na aplicação	

antiga.....	41
Figura 34. Janela relativa ao plano de trabalho inactivo que aparece na aplicação actualizada.....	41
Figura 35. Imagem da janela que aparece no programa IPM, quando se lhe é solicitado o cálculo para eléctrodos rodados.....	42
Figura 36. Fluxograma simplificado que ilustra, de forma geral, o funcionamento da aplicação IPM actualizada.....	44
Figura 37. Imagem da interface, totalmente expandida, para cálculo de “Eléctrodos” da aplicação IPM.NET.....	46
Figura 38. Janela de informação de selecção não centrada.....	48
Figura 39. Imagem do conteúdo de um ficheiro “TXT” gerado pela aplicação.....	49
Figura 40. Janela de informação/decisão de código de componente inválido.....	50
Figura 41. Janela de introdução do código do componente.....	50
Figura 42. Gráfico que relaciona o tempo gasto por três utilizadores na criação de folhas de “Índice de Programas de Maquinação” e “Lista de Eléctrodos” para 26 eléctrodos, na aplicação IPM e IPM.Net.....	53

## Índice de tabelas

Tabela 1. Identificação dos aços utilizados para o fabrico de moldes, assim como dos respectivos fornecedores.....	24
Tabela 2. Materiais usados para o fabrico de eléctrodos para electro-erosão, por imersão e por fio.....	31
Tabela 3. Diferenças entre VB 6.0 e VB.NET, no que toca aos comandos usados na criação de macros para aplicações Delcam.....	37
Tabela 4. Tabela com os resultados de eficiência da aplicação IPM.Net, relativamente ao tempo gasto para a criação de folhas HTML, por parte de três utilizadores, em diferentes aplicações.....	52

## Agradecimentos

A terminar esta tese resta-me registar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que de várias formas contribuíram para que se tornasse numa realidade.

Ao Prof. Carlos Alberto Silva Ribeiro, orientador, agradeço o apoio e as valiosas contribuições para todo o trabalho;

Ao Prof. Vitor Martins Augusto, co-orientador, agradeço a constante partilha do saber, o apoio, a compreensão e a disponibilidade que sempre demonstrou ter para as minhas dúvidas;

Ao Sr. David Alves, orientador na Empresa, pela receptividade, a sua vasta perspicácia, conhecimento e sugestões transmitidas durante a elaboração de todo o meu trabalho. À sua hábil direcção e apoio na superação dos diversos obstáculos;

Ao Sr. Pedro Pinho, Sr. Fernando Soares e Sr. Nelson Martins, pela receptividade, conselhos e contagioso entusiasmo;

À Liliana França, meu braço direito, que sempre me iluminou nesta caminhada, e que sem ela, tudo teria sido mais difícil.

A todos os meus amigos, especialmente ao Fábio Pinheiro, Carlos Sousa, Ivo Pereira, João Gomes, Jorge Praça, Marcelo Martins, Pedro Ferreira, Tiago Batista e Valter Andrade, que me proporcionaram os melhores momentos da minha vida académica.

À minha família, especialmente aos meus pais, de quem me orgulho, por sempre me terem apoiado em todas as fases da minha vida e me terem proporcionado todas as condições para a minha realização profissional. Pelos valores nobres com que sempre me educaram e que agora regem a minha vida. Um sentido obrigado por tudo.

# 1. Resumo

Este estágio foi realizado na empresa Azemoldes, fabricante de moldes para injeção de plásticos, e teve como principais objectivos:

- ✓ Contacto e familiarização com um ambiente industrial extremamente exigente e competitivo.
- ✓ Revisão e aquisição de conhecimentos sobre moldes para injeção de plástico, mais especificamente, a nomenclatura e a função de cada componente do molde.
- ✓ Revisão de conhecimentos sobre os materiais envolvidos nesta área da indústria, nomeadamente, o aço, os plásticos, a grafite e o cobre, assim como dos processos de maquinação (fresamento e electro-erosão).
- ✓ Actualização de uma aplicação (IPM) já existente na empresa, para a criação de folhas de “Índice de Programas de Maquinação”. Esta actualização veio converter a anterior linguagem usada no código, Visual Basic 6.0, na mais recente, Visual Basic.Net. O objectivo foi cumprido, ainda que, o facto do código da aplicação IPM não estar devidamente comentado, tenha criado alguns obstáculos.
- ✓ Implementação de novas funcionalidades na aplicação “IPM”. Os responsáveis pela Área da Programação preferiram a implementação de novas funcionalidades no programa recém-convertido, para que o utilizador não tivesse de abrir duas aplicações distintas para trabalhar. O nome dado à aplicação com as novas funcionalidades foi “IPM.Net”. Sendo assim, foram idealizadas e implementadas seis novas funcionalidades:

1. Selecção automática dos planos de trabalho, de referência e do eléctrodo, através de uma lista;
2. Verificação de centralidade;
3. Selecção automática das entidades que constituem o eléctrodo;
4. Criação da folha de “Lista de eléctrodos”, totalmente automática;
5. Substituição automática de códigos de eléctrodos não nativos da empresa;
6. Possibilidade de adição de até 8 componentes diferentes para o mesmo eléctrodo, aplicando-se o mesmo para o seu simétrico;

Todas estas funcionalidades, umas com mais, outras com menos grau de complexidade, foram implementadas com sucesso.

No final, todas juntas são capazes de atingir o objectivo fulcral da aplicação, a criação de uma folha de "Lista de Eléctrodos". Ou seja, agora, o utilizador cria, automaticamente, folhas de "Lista de Eléctrodos" que possuem variadíssimos campos, como por exemplo, "Código do Eléctrodo", "GAP", "Material a Erodir", sem ter de o fazer da maneira antiga, à mão. Para que este objectivo fosse cumprido, houve recolha de opiniões, de ideias e de estratégias, junto dos que já trabalhavam com a aplicação antiga, assim como algum tempo disponibilizado no estudo do funcionamento desta empresa, desde os processos de fabrico de moldes, até aos processos de injeção de plásticos.

Actualmente, a aplicação "IPM.Net" é usada por todos e, até agora, não foi reportado nenhum erro da aplicação, o que prova que o empenho de todos tenha valido a pena.

## Abstract

This internship was carried out in Azemoldes Company, which manufactures (produces) moulds for plastic injection and had as main objectives:

- ✓ The contact and familiarization with an extremely demanding and competitive industrial environment.
- ✓ The review and acquisition of knowledge about plastic injection moulds, more specifically about the nomenclature and the function of each component of the mould.
- ✓ The revision of knowledge not only about the materials involved in this area of industry, namely steel, plastics, graphite and copper, but also the revision of the machining process (milling and EDM).
- ✓ The update of an existing IPM application in order to produce “Index of Machining Programs” sheets. This update succeeded in converting the old language used in the Visual Basic 6.0 Code into the latest one, the Visual Basic.Net. The goal was achieved, but as the IPM application code is not properly reviewed, it has created some obstacles.
- ✓ The implementation of new features in the IPM application. Those responsible for the Programming Area preferred the implementation of new features in the newly converted program so that the user might not need to open two separate applications to work. “IPM.Net” was the name given to the application with the new features. Thus, six new features were conceived and implemented:
  1. Automatic selection of the workplanes, reference and electrode, through a list;
  2. Centrality verification;
  3. Automatic selection of the entities, which constitute the electrode;
  4. Creation of the totally automatic “List of Electrodes” sheet;
  5. Automatic replacement of non-native company electrode codes;
  6. Possibility of addition up to 8 different components to the same electrode, being applied the same to its symmetrical one.

All these features, some with more, others with less degree of complexity, have been successfully implemented.

In the end, all these features together are able to reach the central objective of the application, the creation of a "List of Electrodes" sheet. That is, now the user automatically creates "List of Electrodes" sheets, which have many different fields, such as "Electrode Code", "GAP", "Material to Erode", without having to do it by the old way, i.e., by hand. So that this objective might be achieved there were both the gathering of opinions, ideas and strategies with those who have worked with the old application and some time available to study how this company has worked from the moulds manufacturing to the plastic injection processes. Nowadays the "IPM.Net" application is used by everybody and as far as it is concerned no one has reported any error upon it, what proves that the commitment of all of us was worth it.

## 2. Objectivo

Este estágio profissional teve como meta três objectivos específicos:

- Familiarização com a concepção de moldes;
- Conversão e actualização de automatismos em VB6 dos produtos Delcam para VB.Net;
- Implementação de novos automatismos para produtos Delcam em VB.Net.

No entanto, era também objectivo subentendido criar contacto com o ambiente empresarial, para interiorizar novas realidades que contemplam o mundo do trabalho, especialmente, a competitividade e o rigor.

## 3. Contextualização do Estágio em Ambiente Empresarial

### 3.1. Caracterização da Empresa

Este estágio decorreu na empresa Azemoldes, da qual se irá fazer uma breve caracterização já a seguir:

#### 3.1.1. Identificação: Azemoldes - Moldes de Azeméis, Lda.



Figura 1. Imagem do aspecto exterior da empresa Azemoldes.



Figura 2. Imagem do interior da empresa, mais especificamente, o sector de montagem e de ajuste de moldes.

**3.1.2. Localização:** Zona Industrial de Santiago de Riba - UI  
3720-502 Oliveira de Azeméis - Portugal.

**3.1.3. Tipo de sociedade:** Sociedade limitada, constituída por quatro accionistas.

**3.1.4. Classificação da actividade económica:** 25734 - Fabricação de moldes metálicos.

3.1.5. Estrutura organizacional:

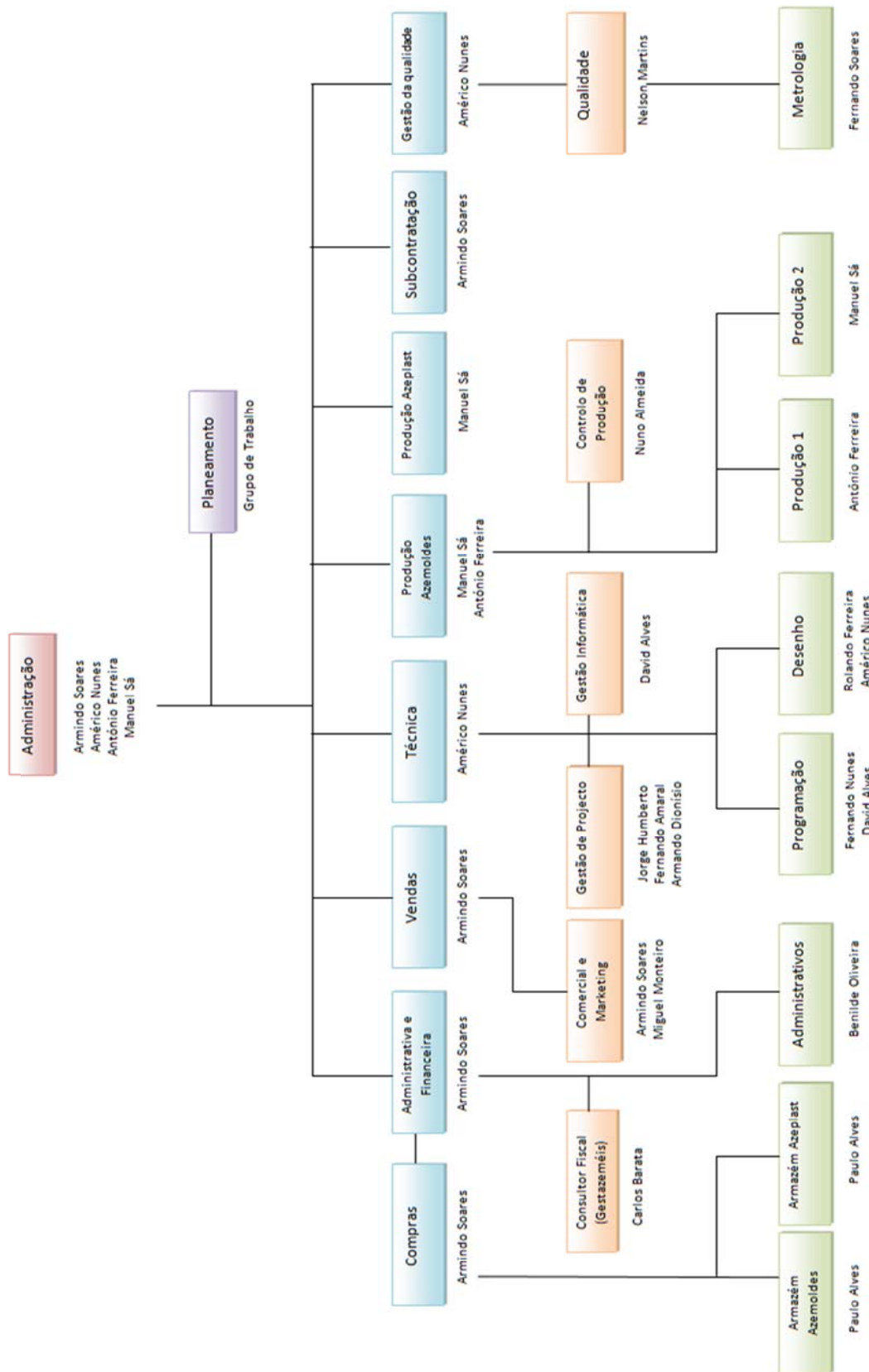


Figura 3. Organograma da empresa Azemoldes que identifica também os responsáveis de cada sector da empresa [1].

3.1.6. Mercados:

Os principais mercados que demandam produtos oriundos da Azemoldes são, neste momento, seis, nomeadamente, Espanha, França, Mónaco, Estados Unidos da América, Brasil e Reino Unido. Estes seis mercados representam 89% da produção desta empresa.

Para demonstrar estes números, são apresentados, nas figuras 4 e 5, gráficos comparativos da distribuição dos diferentes mercados, receitas totais e em função de diferentes mercados.

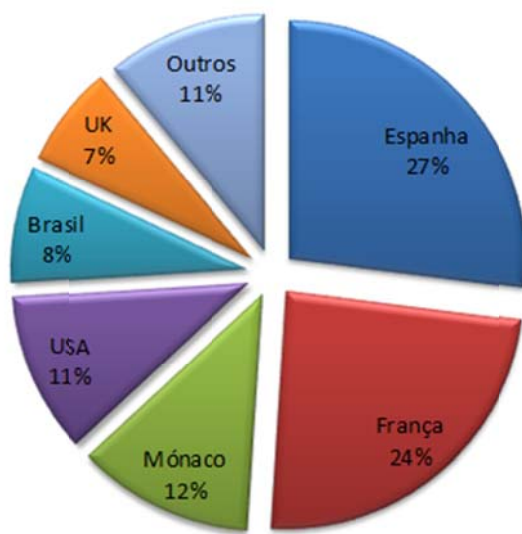


Figura 4. Gráfico comparativo do escoamento de produtos, por país, no ano de 2005.

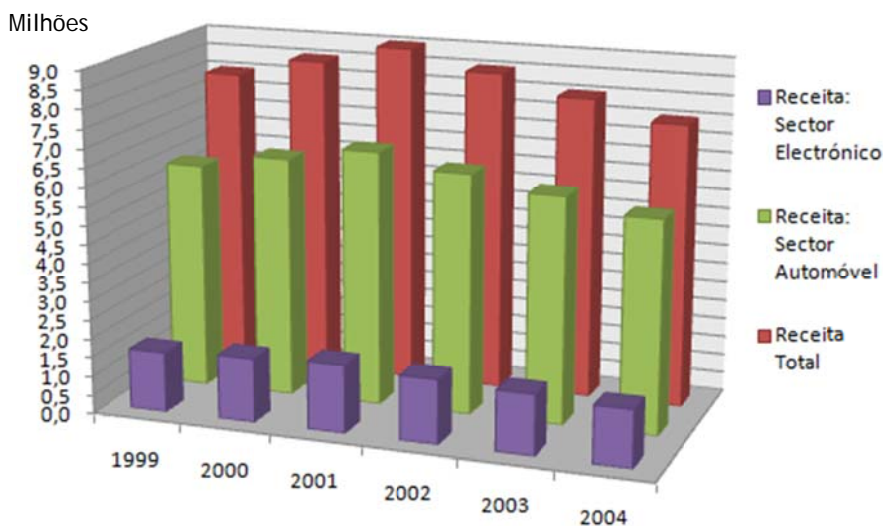


Figura 5. Gráfico que demonstra as receitas, totais e por sector, para diferentes anos.

### 3.1.7. Sectores de negócio:

Esta empresa tem como principal função a concepção e produção de moldes de injeção para diversas indústrias. Destas, destacam-se a indústria automóvel, de electrodomésticos e, em parte, também a indústria electrónica. A imagem 6 ilustra alguns tipos de moldes fabricados pela Azemoldes.

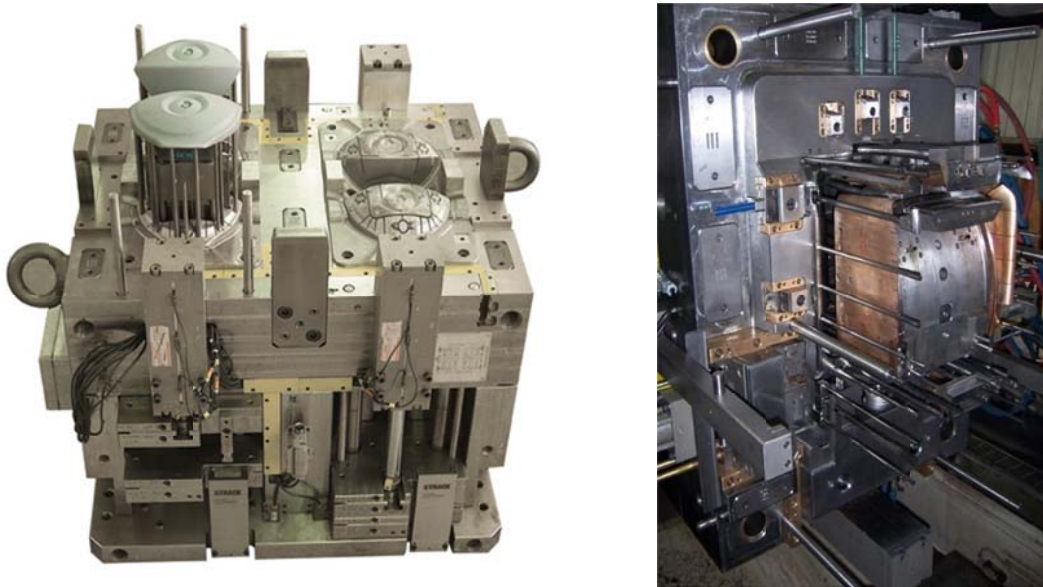


Figura 6. Imagens exemplificativas dos moldes que são produzidos pela Azemoldes.

Definiu-se a concepção e fabrico de moldes de injeção como principal função, pois esta empresa é constituída também pela Azeplast que, inicialmente, foi criada para dar resposta aos serviços de ensaios de moldes, mas que, agora, se dedica também à produção de pequenas séries.

A descrição e caracterização mais detalhada desta empresa serão feitas na secção “Evolução e Políticas da Empresa”.

Entretanto, segue-se a apresentação de alguns exemplos de produtos fabricados em moldes de injeção por esta empresa.

3.1.7.1. Indústria automóvel:



Figura 7. Exemplos de peças produzidas para a indústria automóvel a partir dos moldes feitos na Azemoldes.

3.1.7.2. Indústria de electrodomésticos:



Figura 8. Exemplos de peças produzidas para a indústria de electrodomésticos a partir dos moldes feitos na Azemoldes.

3.1.7.3. Outras indústrias:



Figura 9. Exemplos de peças produzidas para outras indústrias através dos moldes feitos na Azemoldes.

Embora as indústrias automóvel e de electrodomésticos absorvam cerca de 95% da produção, esta dissertação estaria incompleta se não fossem nomeados

alguns exemplos do que também é produzido nesta empresa e que não pertence às duas grandes indústrias já anteriormente enunciadas.

A figura 9 mostra a parte exterior de um equipamento electrónico de navegação e um capacete para soldador.

O primeiro exemplo resulta de uma parceria entre a Azemoldes e a empresa FLYMASTER, que se dedica à comercialização de equipamentos electrónicos de navegação para praticantes de aviação ultra leve, asa delta e parapente [2].

O segundo exemplo é, hoje, um produto de grande sucesso. Este equipamento começou a ser produzido em 2002 e, desde então, continua a ser alvo de grande procura pela empresa DACAR. Trata-se de um capacete para soldador, mas muito diferente, em design e características, de outros produtos com a mesma função. Destacam-se o seu baixo peso, a fácil troca de lentes protectoras e, principalmente, o tipo de material de que é feito, que o torna totalmente reciclável [3].

#### **3.1.8. Recursos humanos:**

Neste momento, a Azemoldes emprega 140 pessoas, mais especificamente, 4 gestores de projecto, 30 desenhadores de moldes, 100 operários e mais 6 funcionários da Área Administrativa.

#### **3.1.9. Relação e integração com o meio envolvente:**

Esta empresa colabora, actualmente, com uma série de instituições, no âmbito da formação e acompanhamento de jovens que desejam vir a trabalhar nesta área. Destas instituições destacam-se o CENTIMFE - Centro Tecnológico da Indústria dos Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos; o CENFIM - Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica; a CEFAMOL - Associação Nacional da Indústria de Moldes; a Universidade de Aveiro e a FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

### 3.1.10. Evolução e política da Empresa

#### 3.1.10.1. Azemoldes

A Azemoldes nasceu em 1987, resultante da conjugação de esforços dos seus actuais quatro sócios que tinham, desde o início, como objectivo posicionar a empresa entre as empresas de referência do sector em Portugal.

Hoje, e após a realização de investimentos faseados e contínuos, tanto em equipamentos como em recursos humanos, a empresa encontra-se entre as maiores da sua região e com uma dimensão a ter em conta no âmbito nacional. Ora, sendo Portugal um fornecedor qualificado no sector dos moldes para injeção de plásticos, no mundo, esta dimensão assume especial relevância.

É pois, esta - através da definição de objectivos específicos - a estratégia geral da empresa - posicionar-se a nível mundial como fornecedor privilegiado de grandes clientes, nomeadamente na indústria automóvel e de electrodomésticos.

Para a prossecução e cumprimento dessa estratégia global, a empresa aposta na qualificação dos seus recursos humanos, no acompanhamento contínuo de inovação tecnológica e na orientação dos seus investimentos nesse sentido, na diversificação dos mercados, analisando e acompanhando as respectivas tendências.

A Azemoldes tem sabido cultivar, dentro da globalização do mercado, uma imagem de empresa séria, respeitadora, cumpridora, evoluída tecnologicamente e com grande capacidade dos seus recursos humanos.

Sendo assim, esta empresa prepara-se para o futuro, cimentando as bases da sua competitividade, nesses parâmetros já mencionados, que se traduzirão, inevitavelmente, na oferta de um serviço de qualidade.

#### 3.1.10.2. Azeplast

A Azeplast foi constituída em 1998, pela necessidade sentida de prestação de serviços de ensaios dos moldes fabricados pela Azemoldes, procurando beneficiar de redução de custos e aumento de flexibilidade e prontidão, face às empresas do mercado a que até então recorria.

Posteriormente, por solicitação de alguns clientes, foi expandida a sua actividade a pequenas produções. Actualmente, a Azeplast tem capacidade

instalada para produções industriais, para recorrer a encomendas de clientes de moldes.

Conta desde a sua fundação com colaboradores altamente qualificados e com equipamentos tecnologicamente actualizados, adaptados aos diversos tipos de moldes dos seus clientes [1].

### **3.2. Planeamento do trabalho a realizar neste estágio**

Todo o planeamento teve início na primeira reunião com a empresa, neste caso específico, com o responsável pelo projecto, David Alves. Nesta reunião, foram, desde logo, delineados os objectivos do estágio, assim como a sua duração. Foram discutidas, também, as alíneas mais importantes do documento “ Dissertação nos Mestrados Integrados - Normas para o seu Funcionamento”, para que nenhuma dúvida restasse das obrigações e deveres por parte de todos os envolvidos.

## **4. Nomenclatura e caracterização de moldes para injeção de plásticos:**

Um molde para injeção de plásticos pode ser definido como um conjunto de sistemas funcionais que permite que no espaço onde a peça vai ser materializada seja preenchido com plástico fundido, em condições controladas [4].

É complexo e altamente sofisticado, constituído por vários componentes com diversas funcionalidades, mas todas elas bem definidas. Esta complexidade advém do alto grau de interactividade com outras áreas de conhecimento envolvidas, como: transferências de calor, mecânica dos fluidos, tribologia, entre outras [5].

Como se pode verificar, através desta breve introdução, os moldes são importantíssimos no fabrico de peças de plástico, já que são eles que dão a forma à peça.

Estes moldes têm como objectivo produzir peças de elevada qualidade, no menor tempo de ciclo possível, ter o mínimo de manutenção e assegurar sempre a reprodutibilidade dimensional, ao longo de todo o seu tempo de vida útil [4].

#### 4.1. Estrutura de um molde

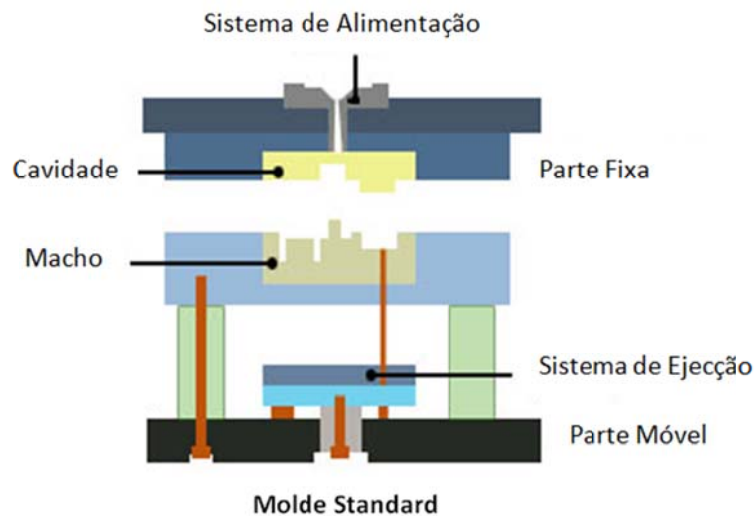


Figura 10. Imagem que ilustra, de forma simplista, os constituintes de um molde para injeção de plásticos [6].

A figura 11 ilustra a vista em corte, de um molde, que pretende representar, de forma genérica e simplificada, os seus componentes que, posteriormente, serão analisados quanto à sua função.

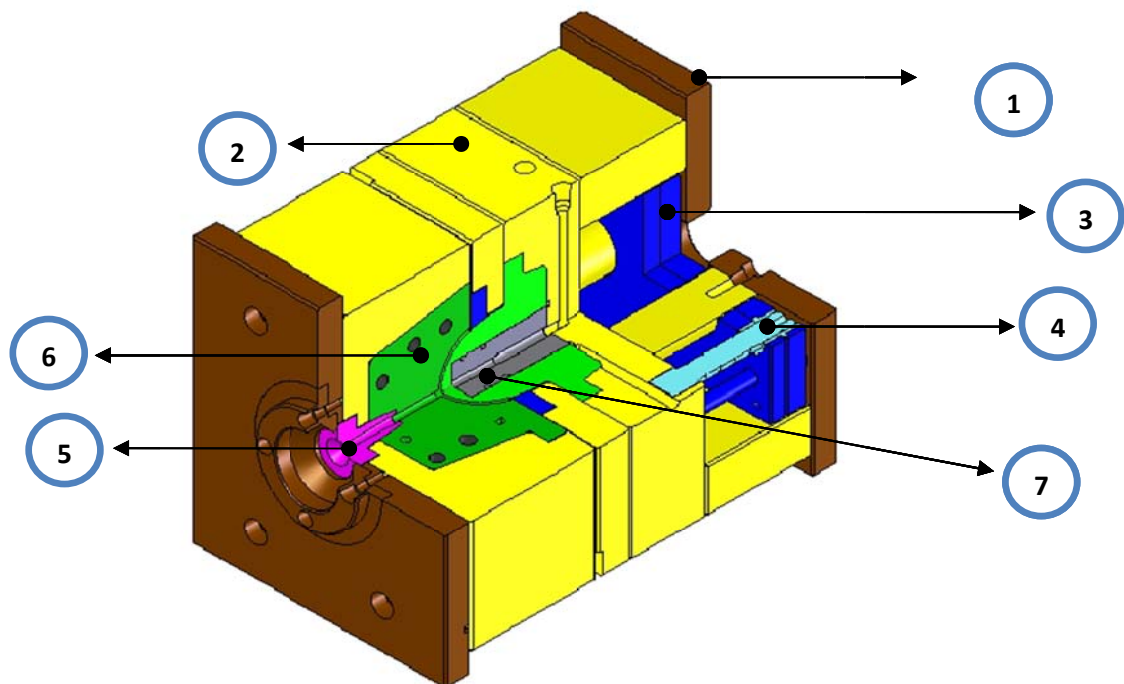


Figura 11. Representação genérica de um molde (vista em corte) [5].

1. *Sistema de montagem e transmissão de forças:*

É através deste sistema, constituído pelas placas bases, superior e inferior, que o molde será preso na máquina de injeção (sistema de montagem), e transmitidas as forças de injeção e extracção para o funcionamento cíclico do processo;

2. *Estrutura:*

É o sistema, ou corpo, composto pelas restantes partes: as cavidades, o sistema de troca de calor, as guias de alinhamento, o sistema de injeção e canais de distribuição e o sistema de extracção e transmissão de movimentos;

3. *Sistema de extracção e transmissão de movimentos:*

Este sistema tem como função garantir a perfeita extracção do produto final e, muitas das vezes, garantir que este seja extraído, mecanicamente, de dentro do molde.

4. *Guias de alinhamento:*

Estes componentes são responsáveis pelo guiamento e alinhamento do molde. São fundamentais para a sua concentricidade e conseqüente qualidade do produto final;

5. *Sistema de injeção e canais de distribuição*

O sistema de injeção e canais de distribuição constituem a alimentação do molde e são responsáveis pelo preenchimento de todas as cavidades. São, portanto, de grande influência no tempo total do ciclo de injeção;

6. *Cavidades:*

Esta parte do molde é, por razões óbvias, a região principal e considerada crítica, já que os seus componentes interagem directamente com o material polimérico e com o fluído utilizado na refrigeração do molde. Devido a esta

importância, deve dar-se, nestas cavidades, uma atenção especial, no que toca à escolha do material em que serão fabricadas;

### 7. Sistema de troca de calor:

O sistema de refrigeração tem como meta manter estável a temperatura do molde e, além disso, ser eficiente o suficiente para que o polímero esteja já solidificado no momento em que é extraído [5].

De seguida, é apresentada, na figura 12, uma imagem de um molde de duas placas, mas totalmente aberto, para que se consiga visualizar, pormenorizadamente, todos os componentes que o constituem, assim como o aspecto de cada um.

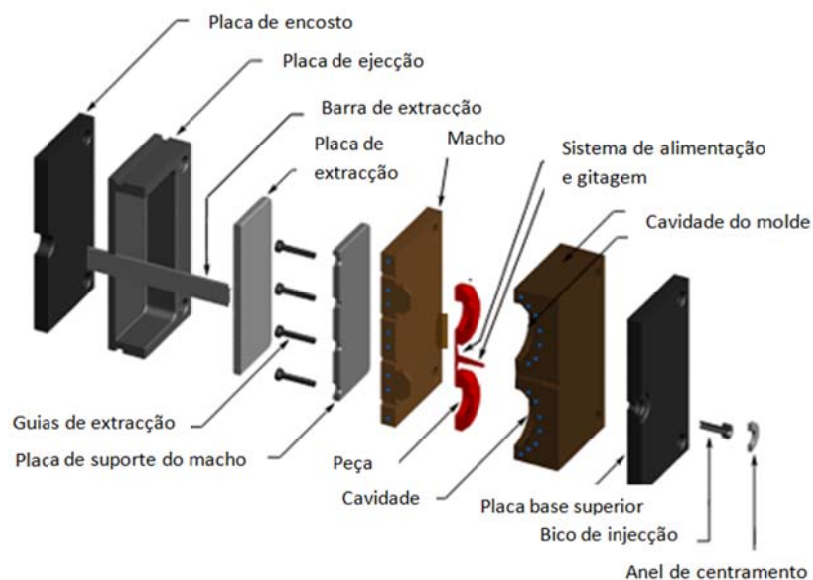


Figura 12. Desenho, pormenorizado em esquema, de um molde constituído por duas placas [7].

## 4.2. Aços usados para o fabrico de moldes

Nesta secção, são referidos os aços utilizados pela Azemoldes, para o fabrico de moldes. Convém realçar que esta empresa utiliza sempre aços de melhor qualidade do que os recomendados, como demonstra a tabela 1, nomeadamente, na coluna referente aos "Genéricos Azemoldes".

Tabela 1. Identificação dos aços utilizados para o fabrico de moldes, assim como dos respectivos fornecedores.

GENÉRICOS AZEMOLDES	ALTERNATIVOS				
	GENÉRICOS	COMERCIAIS			
		RAMADA (R)	THYSSEN (TH)	SERMETAL (SM)	ESCHMANN (ESCH)
# 1.1730	#1.2312	F10	THYRODU R 1730	SM 1730	ES 1730
# 1.1191	#1.1730	C4	TEW 1191	SM 1191	-
# 1.2312	#1.2311	HOLDAX P20	THYROPLA ST 2312	SM 2312	ES 2312
# 1.7225	#1.2312	RPM32	TEW 7225	-	-
# 1.2311	#1.2738	PM300	THYROPLA ST 2311	SM 2311	ES 2311
# 1.2738	#1.2738 H-H	IMPAX	THYROPLA ST 2738	SM 2738	ES 2738
# 1.2738 H-H	#1.2711	IMPAX H-H	-	SM 2738 H- H	-
# 1.2711	#1.2714	-	THYROPLA ST 2711	SM 2711	-
# 1.2714	-	ALVAR 14	THYROTH ERM 2714	SM 2714	ES 2714
# 1.2344	-	MG50	THYROTH ERM 2344	SM 2344	ES 2344
# 1.2767	#1.2344	2767	THYRODU R 2767	SM 2767	ES 2767
# 1.2083	-	STAVAX (RECOZID O)	THYROPLA ST 2083 EFS	SM 2083	ES 2083
# 1.6773	-	G1	-	-	-
# 1.5752	-	G15	-	-	-

### 4.3. Equipamentos utilizados na empresa:

Mostra-se, de seguida, alguns exemplos de máquinas, fresadoras e de electro-erosão, mais utilizadas na Azemoldes, tanto para a maquinação de moldes, como para o fabrico de eléctrodos.

#### *Máquinas fresadoras*



DECKEL MAHO DMU 160P  
Carga Máxima - 4000Kg  
Velocidade de avanço máximo - 60m/min  
Rotação máxima - 18000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 13. Imagem de uma fresadora DECKEL MAHO DMU 160P.



DECKEL MAHO HSC 105  
Carga Máxima - 800Kg  
Velocidade de avanço máximo - 90m/min  
Rotação máxima - 18000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 14. Imagem de uma fresadora DECKEL MAHO HSC 105.



HERMLE C30U  
Carga Máxima - 300Kg  
Velocidade de avanço máximo - 45m/min  
Rotação máxima - 18000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 15. Imagem de uma fresadora HERMLE C30U.



NICOLAS CORREA EURO2000  
Carga Máxima - 5000Kg  
Velocidade de avanço máximo - 20m/min  
Rotação máxima - 10000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 16. Imagem de uma fresadora NICOLAS CORREA EURO2000.



NICOLAS CORREA FP40  
Carga Máxima - 10000Kg  
Velocidade de avanço máximo - 15m/min  
Rotação máxima - 5000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 17. Imagem de uma fresadora NICOLAS CORREA FP40.



KONDIA HM1060  
Carga Máxima - 660Kg  
Velocidade de avanço máximo - 30m/min  
Rotação máxima - 8000 R.P.M.  
Controlador - Heidenhain

Figura 18. Imagem de uma fresadora KONDIA HM1060.



EUMACH ML-1050P  
Carga Máxima - 1000Kg  
Velocidade de avanço máximo - 12m/min  
Rotação máxima - 6000 R.P.M.

Figura 19. Imagem de uma fresadora EUMACH-1050P.

### *Máquinas de electro-erosão*



ONA TECHNO H600  
Carga Máxima - 4000Kg  
Potência - 19 kW  
Controlador - Heidenhain

Figura 20. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA TECHNO H600.



ONA TECHNO H700  
Carga Máxima - 10000Kg  
Potência - 23 kW  
Controlador - Heidenhain

Figura 21. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA TECHNO H700.



ONA PRIMA S400  
Carga Máxima - 800Kg  
Potência - 10,6 kW  
Controlador - Heidenhain

Figura 22. Imagem de uma máquina de electro-erosão ONA PRISMA S400.

## 5. Electro-erosão

Visto que a aplicação que se desenvolveu para esta empresa se baseava, fundamentalmente, na aquisição e organização de dados sobre eléctrodos, é relevante dedicar uma secção desta dissertação ao tema da electro-erosão.

### 5.1. Breve introdução:

Actualmente, na indústria dos moldes, a escolha entre electro-erosão ou fresamento é cada vez mais difícil em relação ao que se passava antigamente.

O fresamento, por exemplo, pode ser aplicado mais amplamente do que antes, devido aos avanços tecnológico que sofreram os centros de maquinação a 5 eixos. Estes são, agora, de uma precisão e velocidade de desbaste elevadíssimas, conseguindo maquinar peças de elevada complexidade, a um preço cada vez mais competitivo, o que permite executar tarefas que, antes, estavam reservadas apenas para a maquinação por electro-erosão.

No entanto, este tipo de maquinação também sofreu um avanço tremendo, levando, assim, tudo de volta à estaca zero, no que diz respeito à dificuldade de escolha entre um processo e outro.

De qualquer maneira, existem sempre factores que não podem ser ultrapassados por um ou outro processo, pelo que aí não haverá escolha, mas sim uma obrigatoriedade, devido às limitações de cada um.

#### *5.1.1. Quando usar electro-erosão:*

- a. Quando se pretendem cantos interiores aguçados, este tipo de maquinação é a preferível, pois, embora o fresamento consiga já um bom acabamento de cantos, está sempre inerente a esta tecnologia um raio associado à fresa [8].
- b. Para geometrias complexas. O tempo gasto por uma máquina fresadora seria muito superior para fazer este tipo de geometrias [8]. A maquinação por electro-erosão é mais fácil de programar, devido ao uso de uma ferramenta de dimensão constante, ao contrário do que acontece com as máquinas fresadoras [9].
- c. Se o objectivo é um acabamento texturado. Neste campo, a melhor maquinação é mesmo a de electro-erosão. As máquinas fresadoras são mais indicadas para acabamentos espelhados e polidos [8].
- d. Se o material tiver uma dureza elevada, é aconselhável este processo. Neste caso, as máquinas fresadoras, devido ao esforço mecânico, podem introduzir no material tensões residuais internas [8].
- e. Quando existem paredes muito finas (2-3 mm), é aconselhável o uso da electro-erosão. Como não existe contacto, não sujeita as paredes a forças mecânicas, não dando, por isso, origem a deformações [9].

#### *5.1.2. Quando usar fresamento:*

- a. Se a geometria for simples e o rácio comprimento/diâmetro da ferramenta for baixa, este é o processo de maquinação recomendado. É preciso e muito rápido.

- b. Quando não é desejável que a peça tenha uma zona termicamente afectada, é preferível o fresamento, pois a electro-erosão tem o efeito colateral de provocar um ligeiro endurecimento na zona adjacente à parte erodida.
- c. Quando se pretende uma superfície brilhante e polida, visto que o processo de electro-erosão necessita, posteriormente, de ser complementada com um polimento, o que acarreta mais custos [10].
- d. Se a peça a maquinar não for condutora eléctrica, apenas resta esta solução [10].

As figuras seguintes mostram o percurso de um molde pelos dois processos, uma vez que a passagem só pela máquina fresadora não era suficiente, pois a zona moldante continha alguns cantos bastante aguçados e alguns frisos de reduzida dimensão.

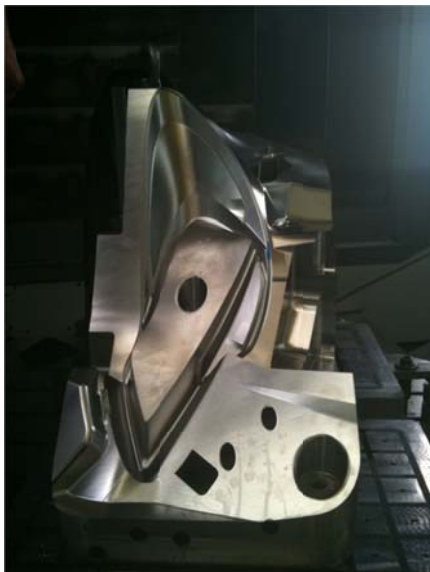


Figura 23. Imagem de um molde acabado de sair da máquina fresadora.



Figura 24. Imagem do mesmo molde, agora já na máquina de electro-erosão.

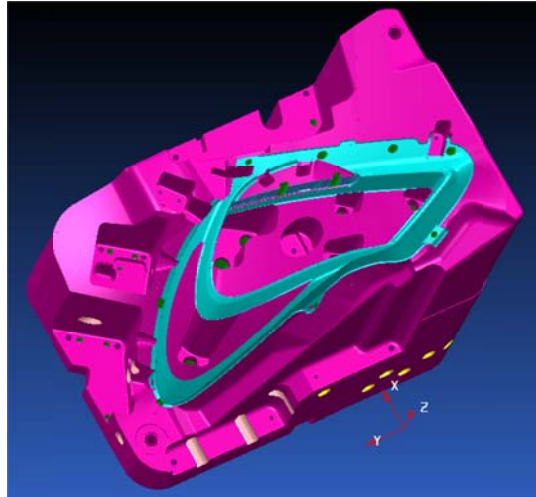


Figura 25. Modelo do molde em 3D.

## 5.2. Materiais usados no fabrico de eléctrodos:

Os eléctrodos podem ser de vários materiais, embora haja diversos requisitos ou características básicas para a escolha do material do eléctrodo, podendo este também variar, consoante a electro-erosão seja por fio ou por penetração, como se poderá ver na tabela 2 [11].

Características básicas do eléctrodo:

- Elevada condutividade eléctrica;
- Elevada condutividade térmica;
- Elevada densidade;
- Elevado ponto de fusão;
- Baixo custo.

Tabela 2. Materiais usados para o fabrico de eléctrodos para electro-erosão por imersão e por fio [11].

Materiais mais usados no fabrico de eléctrodos para electro-erosão por penetração	Materiais mais usados no fabrico de eléctrodos para electro-erosão por fio
Grafite	Cobre
Cobre electrolítico	Latão revestido a Zinco
Cobre + telúrio - 99% Cu + 0.5% Te	Molibdénio
Latão	Tungsténio

A Azemoldes apenas utiliza eléctrodos de cobre e de grafite, sendo estes últimos os que são fabricados em maior quantidade. Os critérios de selecção quanto à escolha do tipo de eléctrodo são: o custo do eléctrodo e a complexidade da geometria a maquinar. As figuras 26 e 27 mostram dois exemplos de eléctrodos fabricados na empresa.



Figura 26. Exemplo de um eléctrodo de grafite usado na Azemoldes.



Figura 27. Exemplo de um eléctrodo de cobre usado na Azemoldes.

## 6. Trabalho desenvolvido

### 6.1. Conversão da aplicação IPM programada em VB 6 para VB.NET:

Um dos objectivos principais deste estágio foi a conversão da aplicação "IPM", feita em Visual Basic 6, para Visual Basic.NET.

Por isso, é necessário informar o leitor, sobre as melhorias e novidades desta linguagem completamente remodelada, a linguagem .NET, assim como a função da aplicação IPM, dentro da empresa Azemoldes.

Começando por falar na linguagem .NET, pode dizer-se que esta é, agora, totalmente orientada a objectos, mais conhecida por "OOP" (Object-Oriented Programming). Deve entender-se este tipo de programação como uma tentativa para criar programas que se aproximem do modo como as pessoas pensam e lidam com o mundo. Nos estilos de programação mais antigos, quando é apresentado um problema ao programador, este deve identificar uma tarefa de computação que deve ser executada de maneira a resolver o problema. Ou seja, programar consiste em encontrar uma sequência de instruções que execute determinada tarefa. Mas os princípios da programação orientada a objectos (POO), em vez de tarefas, encontram-se objectos - entidades que possuem comportamentos, que guardam informação e que

podem interagir umas com as outras. Falta, portanto, definir (POO). O que é a programação orientada a objectos? É um conjunto de ferramentas e métodos que possibilita aos programadores criar aplicações sólidas, amigas do utilizador, sustentáveis, bem documentadas, que preencham os requisitos dos utilizadores. Algumas das grandes diferenças entre o Visual Basic 6.0 e o Visual Basic.NET é que a programação em Visual Basic 6 era orientada a eventos e tinha várias limitações no código, como o número de variáveis no mesmo código, número de arquivos abertos no mesmo código, entre outras, as quais não existem (virtualmente) nas novas versões .NET.

Há muitas outras diferenças técnicas que existem e que foram melhoradas, mas se fosse enumerada uma, teriam que ser enumeradas todas e, assim, esta dissertação tornar-se-ia extensíssima. Sendo assim, aquilo que é importante reter é que esta nova plataforma foi concebida para ser ainda mais produtiva no trabalho diário de desenvolvimento, especialmente, se houver necessidade de utilizar informações em bases de dados ou criar soluções para a Internet. É de salientar que a plataforma .NET permite criar interfaces mais criativas e mais amigas do utilizador [12].

#### **6.1.1. Apresentação da aplicação "IPM":**

Depois desta breve apresentação das novidades da linguagem .NET em relação à VB 6.0, é chegada a hora de uma descrição detalhada da aplicação IPM.

Antes de mais, é necessário apresentar, quanto à sua interface gráfica e quanto à função, em si, do programa utilizado, desde 2000, pela Azemoldes, o IPM - Índice de Programas de Maquinação. As figuras 28 e 29 mostram o interface gráfico da aplicação.

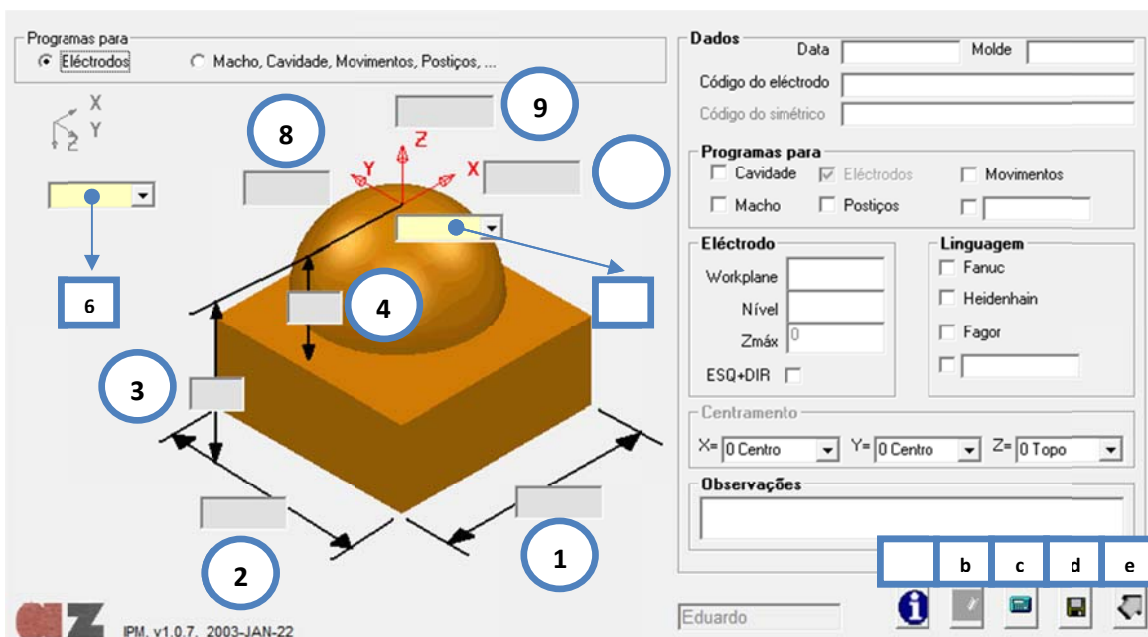


Figura 28. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM para a opção “Eléctrodos”, usada pela empresa Azemoldes.

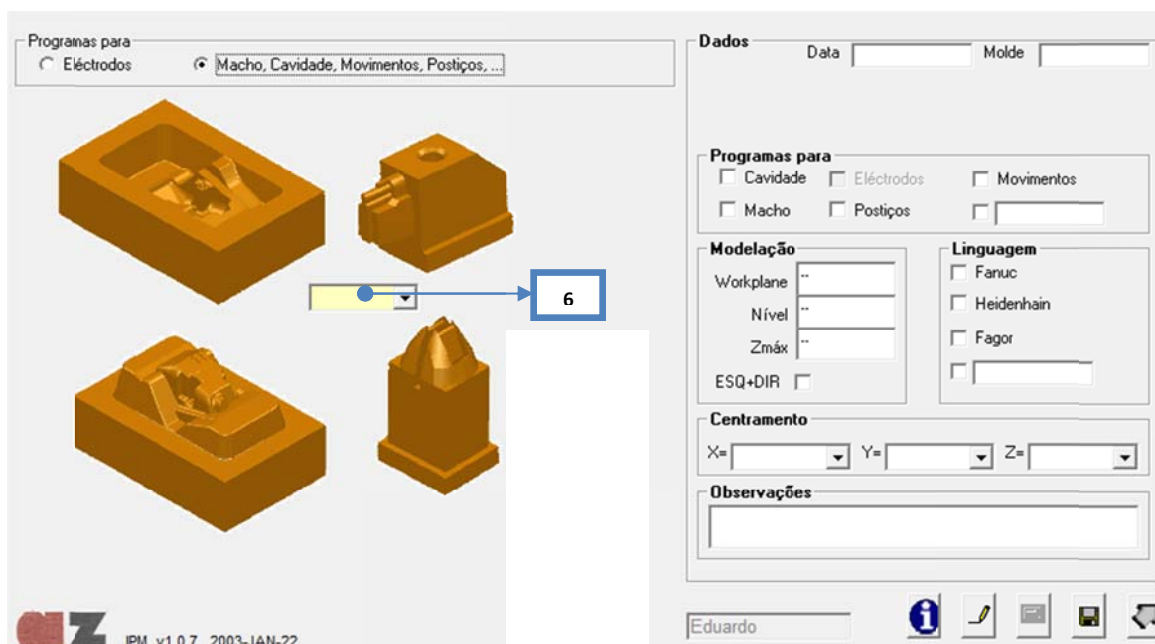


Figura 29. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM para a opção “Macho, Cavidade, Movimentos, Postiços, ...”, usada pela empresa Azemoldes.

*Legenda das figuras 28 e 29:*

- 1 - Dimensão do bloco no eixo dos XX;
- 2 - Dimensão do bloco no eixo dos YY;
- 3 - Dimensão do bloco no eixo dos ZZ;

- 4 - Dimensão do eléctrodo no eixo dos ZZ;*
- 5 - Plano de trabalho do eléctrodo;*
- 6 - Plano de trabalho de referência;*
- 7 - Origem X do plano de trabalho do eléctrodo;*
- 8 - Origem Y do plano de trabalho do eléctrodo;*
- 9 - Origem Z do plano de trabalho do eléctrodo;*
- a - Informações;*
- b - Calcular "Macho, Cavidade, Movimentos, Postiços,...";*
- c - Calcular " Eléctrodos";*
- d - Gravar;*
- e - Sair;*

Esta aplicação tem como objectivo final criar uma folha HTML com todos os campos, presentes nas figuras 28 e 29, a partir de um modelo desenvolvido em PowerSHAPE. No anexo A, encontra-se um exemplo de uma folha HTML gerada pela aplicação.

Este tipo de folhas é criado pelo programador do molde que, depois, é fornecido aos operários responsáveis pelo fabrico dos eléctrodos.

Quanto ao funcionamento desta aplicação, a melhor explicação é dada pelo fluxograma presente na figura 30, apresentada, já de seguida.

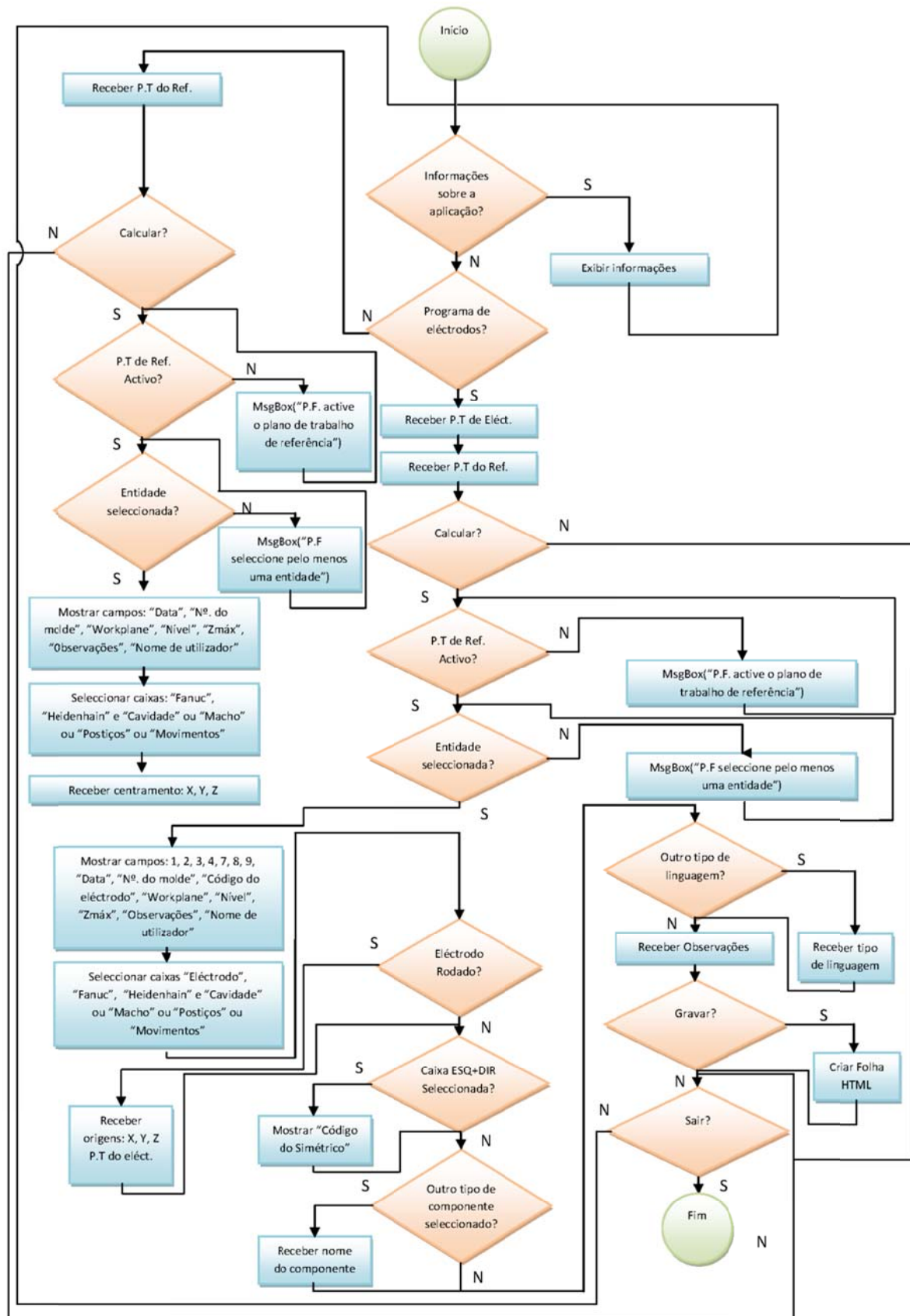


Figura 30. Fluxograma simplificado que ilustra, de forma geral, o funcionamento da aplicação IPM.

### 6.1.2. Actualização da aplicação “IPM”:

Antes de iniciar a conversão, analisou-se o manual da qualidade, disponibilizado pela empresa, de maneira a estudar todos os detalhes, para que o que fosse colocado na aplicação não contrariasse as normas impostas nesse mesmo manual.

Imediatamente, foi encontrada uma secção do manual que impunha uma série de normas para o fabrico de eléctrodos, que estão detalhadas no anexo B da secção “Anexos”.

Como a última actualização da aplicação datava de 22 de Janeiro de 2003, verificou-se, também, qual a versão do PowerSolutionOLE instalada no servidor.

Este componente é vital para a criação de macros para as aplicações da DELCAM. De uma maneira simples e resumida, OLE (Object Linking and Embedding) é a tecnologia que permite ao utilizador partilhar dados entre diferentes aplicações.

Como seria de esperar, era uma versão completamente obsoleta e ultrapassada, em relação à que se usa na actualidade. A versão que vigorou na empresa, até então, era a 1.0.0.5, muito distante, já, daquela que é disponibilizada pela DELCAM nos dias de hoje, a versão 2.3.

Esta versão tem o nome de “PowerSolutionDOTNetOLE” e resulta de um conjunto de livrarias DLL, totalmente novas, que vêm substituir os anteriores controlos ActiveX “PowerSolutionOLE.ocx”. A tabela 3, apresentada mais à frente, resume as diferenças entre o PowerSolutionOLE.ocx e o PowerSolutionDOTNetOLE, nomeadamente, nos comandos usados em Visual Basic para a criação de macros para PowerSHAPE e PowerMILL.

Tabela 3. Diferenças entre VB 6.0 e VB.NET no que toca aos comandos usados na criação de macros para aplicações Delcam [13].

	VB 6.0	VB.NET
<i>Conexão</i>	PSHAPE.Connect	clsPowerSHAPEOLE.Connect clsPowerMILLOLE.Connect clsPowerMILLOLE.ConnectToNew clsPowerMILLOLE.StartAndConnectToPowerMILL
<i>Executar Comandos</i>	PSHAPE.Execute	clsPowerSHAPEOLE.Execute

<i>Executar Comandos Múltiplos</i>	Apenas disponível para PowerSHAPE: PSHAPE.AddBatchComm and PSHAPE.ProcessBatch	Disponível para PowerSHAPE, PowerMILL e CopyCAD. Usa-se o comando <b>Execute</b> podendo agora adicionar-se múltiplos comandos, separados por vírgulas
<i>Verificar Conexão</i>	Usa a função <b>Connected</b>	Para PowerSHAPE, usa-se a função <b>IsPSConnected</b> Para PowerMILL e CopyCAD, usa-se a função <b>IsConnected</b>
<i>Obter Informação</i>	PSHAPE.Evaluate PMILL.ExecuteEx	clsPowerSHAPEOLE.Evaluate clsPowerMILLOLE.ExecuteEx clsCopyCADOLE.ExecuteAndReturnCMDLine
<i>Obter Informação do PowerMILL</i>	PMILL.BlockDefined PMILL.BlockSize PMILL.GetPatternList PMILL.GetWorkplaneList PMILL.GetToolpathList PMILL.IsModelLoaded PMILL.ModelSize PMILL.SizeToolpath PMILL.StoreBlock PMILL.StoreModel PMILL.Units	clsPowerMILLOLE.GetEntityList clsPowerMILLOLE.GetActiveGetActiveEntityName clsPowerMILLOLE.GetLastCreatedEntityName clsPowerMILLOLE.GetEntitySize clsPowerMILLOLE.GetEntityParameterInfo function. clsPowerMILLOLE.ParseParameterInfoForSetting
<i>Obter Informação do PowerShape</i>	PSHAPE.GetCreatedEntities PSHAPE.GetFilteredSelection PSHAPE.GetModifiedEntities PSHAPE.GetSelectedEntities PSHAPE.ItemsCretedCount PSHAPE.ItemsModifiedCount PSHAPE.ItemsSelectedCount	clspowershapeole.GetCreatedEntities clspowershapeole.GetSelectedEntities

O primeiro passo foi a mudança no ambiente gráfico da aplicação. Sem querer fazer grandes mudanças, foi acordado que o nome da aplicação, para já, como se tratava apenas duma actualização da linguagem do código, ficaria na mesma "IPM".

Em relação ao ambiente gráfico, o antigo era pouco cuidado, o que em nada contribuía para o conceito de aplicação amigável do utilizador. É necessário, também,

deixar bem claro que a remodelação, quanto à interface da aplicação, não podia ser radical, já que os responsáveis pela Área da Programação da empresa não queriam que o design fosse completamente novo, ou seja, poderia ter umas pequenas mudanças, mas sem alterações de fundo. As ideias inovadoras, quanto ao design da aplicação para melhorar a interactividade com o utilizador e a sua eficiência, caíram, imediatamente, por terra.

Tendo estas restrições, foi criada uma interface, ainda assim, melhorada, como pode demonstrar a figura 31.

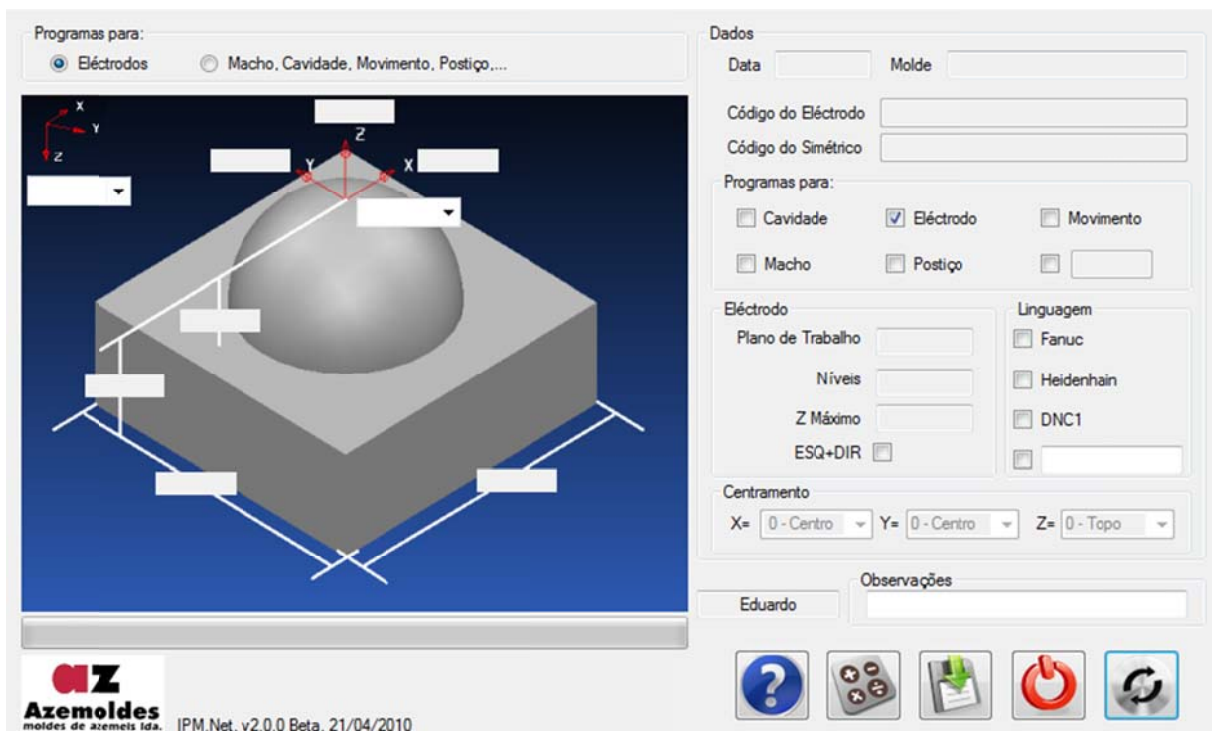


Figura 31. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM actualizada, para a opção "Eléctrodos".

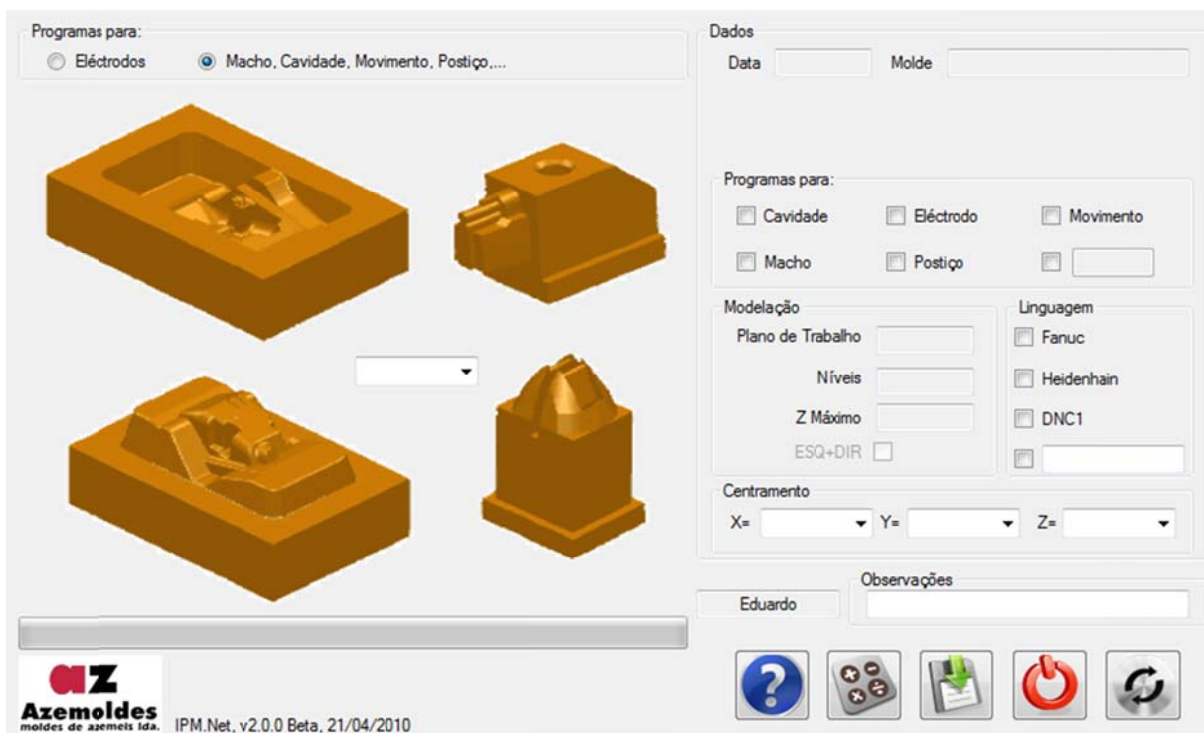


Figura 32. Imagem da interface gráfica da aplicação IPM actualizada, para a opção “Macho, Cavidade, Postiços, Movimentos, ...”.

Como se pode verificar, pela comparação entre as figuras 28, 29, 30 e 31, não houve uma grande mudança de visual, realçando-se apenas a remoção de um botão de cálculo, deixando somente um, que serve para calcular os programas para “Eléctrodos” e para “Macho, Cavidade, Movimento, Postiço, ...”, e a adição de outro botão, mas este com a função de “Refresh” ou “Reset”, que limpa todos os campos, se o utilizador assim o entender.

Houve outras mudanças menores, como a substituição do logotipo da empresa, dos ícones dos botões, a substituição da caixa “Fagor” por “DNC1”, a localização da barra de progressão e ainda da imagem do eléctrodo, na opção “Eléctrodos”.

A principal mudança ocorreu no “coração da aplicação”, ou seja, no código. Além da substituição de comandos, que deixaram de ser suportados pelo VB.NET, implementou-se uma rotina que, embora pareça pouco importante e bastante simples, aumentou muito a eficiência, por parte de quem utiliza o programa.

Como já se pôde analisar no fluxograma da figura 30, quando a aplicação detecta que o eléctrodo de referência não está activo, apenas avisa o utilizador dessa situação. Este terá de, manualmente, activar o plano de trabalho de referência no PowerSHAPE.

De maneira a minimizar ainda mais o trabalho do utilizador, foi adicionada uma rotina que faz com que, além do utilizador ser avisado que o plano de trabalho de

referência está desactivado, lhe permita, através de uma caixa de diálogo, activar esse mesmo plano, automaticamente. Esta função não estava implementada na anterior versão, por um acaso. No tempo em que foi desenvolvida a aplicação IPM, não existia a possibilidade de activar um plano de trabalho através do VB, sem desseleccionar as entidades que o utilizador tinha, previamente, seleccionado. E sem qualquer tipo de entidade seleccionada, o programa não é capaz de efectuar os cálculos. Este problema já não existe na versão mais actual do PoweSolutionDOTNetOLE, o que permitiu contornar este problema. As figuras 33 e 34 mostram as diferenças entre as janelas de informação relativas ao plano de trabalho de referência inactivo da versão antiga e da actualizada.

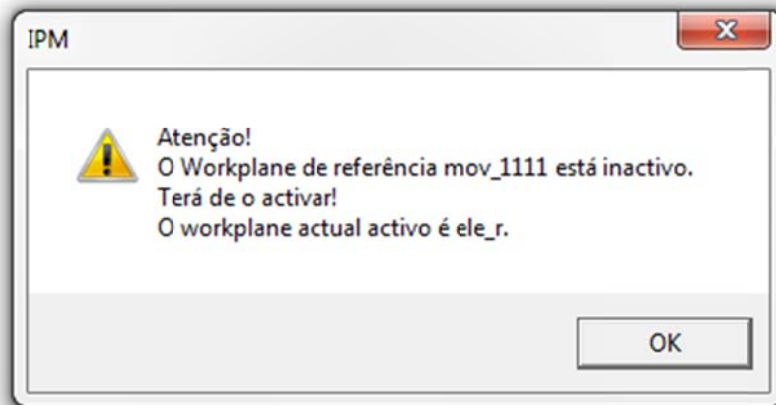


Figura 33. Janela relativa ao plano de trabalho inactivo que aparece na aplicação antiga.

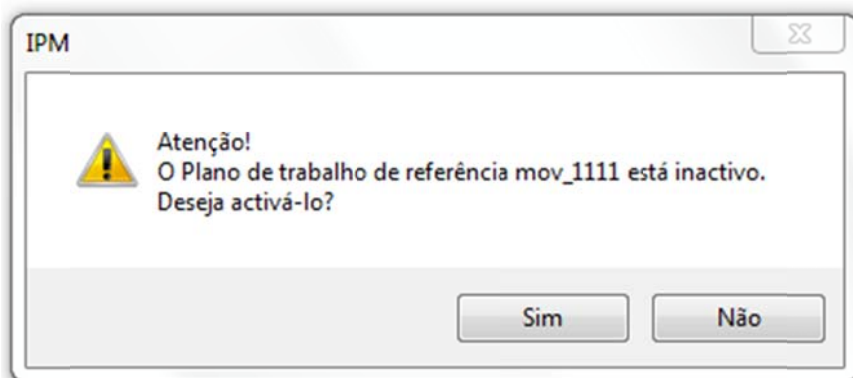


Figura 34. Janela relativa ao plano de trabalho inactivo que aparece na aplicação actualizada.

Outra grande mudança foi o cálculo dos eléctrodos rodados. Estes são assim chamados, quando fazem um ângulo diferente de 180 graus com o plano de trabalho do eléctrodo.

Quando isto acontece, o cálculo não pode ser feito da mesma maneira daquele que é feito para os eléctrodos não rodados, pois, neste caso, as dimensões do bloco e do eléctrodo são feitas em relação ao plano de trabalho do eléctrodo e não do plano de trabalho de referência. E sendo assim, as origens X, Y e Z do plano de trabalho do eléctrodo já não eram calculadas em relação ao plano de trabalho de referência, o que resultava numa demonstração de resultados erróneos, e o utilizado tinha de colocar, manualmente, as origens certas. Mais uma vez, este problema pode agora ser ultrapassado, da mesma maneira que foi ultrapassado aquele que, mais acima, foi explicado.

O novo programa calcula, primeiro, a origem do plano de trabalho do eléctrodo em relação ao plano de trabalho de referência, guarda essa informação e, de seguida, activa o plano de trabalho do eléctrodo e calcula as dimensões do bloco e do eléctrodo, guardando, também, essa informação, em variáveis. Mais uma vez, tudo isto, sem desseleccionar nada que o utilizador tenha seleccionado para fazer o cálculo. Por último, lê todas as informações contidas nas variáveis e preenche os campos para o efeito. Na figura seguinte, é mostrada a janela para a introdução manual, por parte do utilizador, que é apresentada pelo programa antigo, na situação do eléctrodo ser rodado.

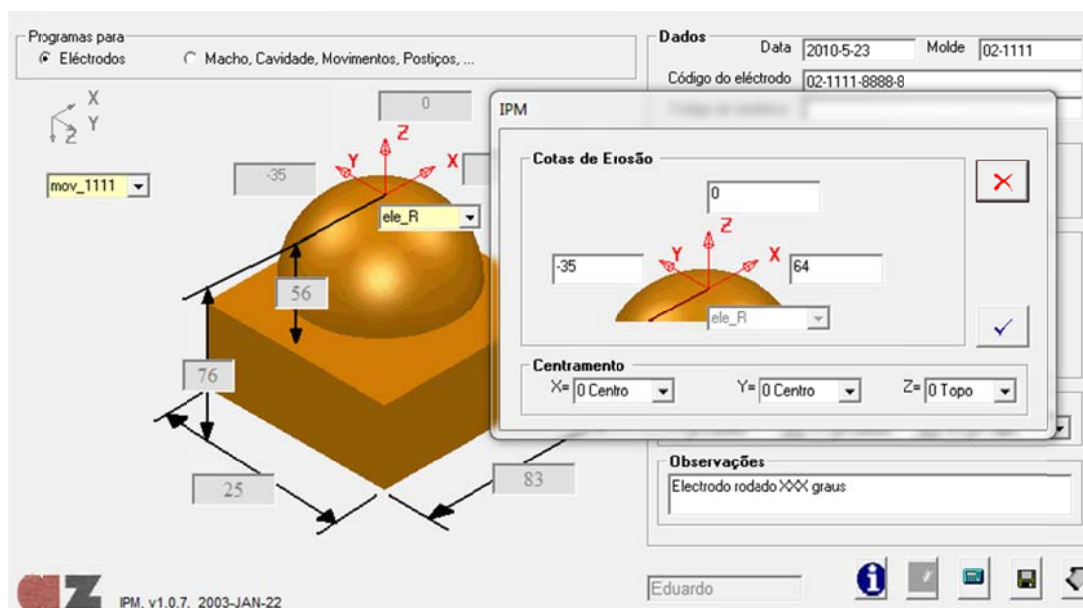


Figura 35. Imagem da janela que aparece no programa IPM antigo, quando se lhe é solicitado o cálculo para eléctrodos rodados.

Como se pode ver, as mudanças não foram muitas, mas aquelas que foram introduzidas melhoraram, exponencialmente, a experiência utilizador/interface, assim como a eficiência do IPM.NET, o que prova que, em boa verdade, foi mais do que uma actualização ou conversão da aplicação. Na página seguinte, a figura 36 mostra o fluxograma da aplicação já actualizada, para que se possa comparar com o fluxograma da aplicação antiga, já apresentado anteriormente.

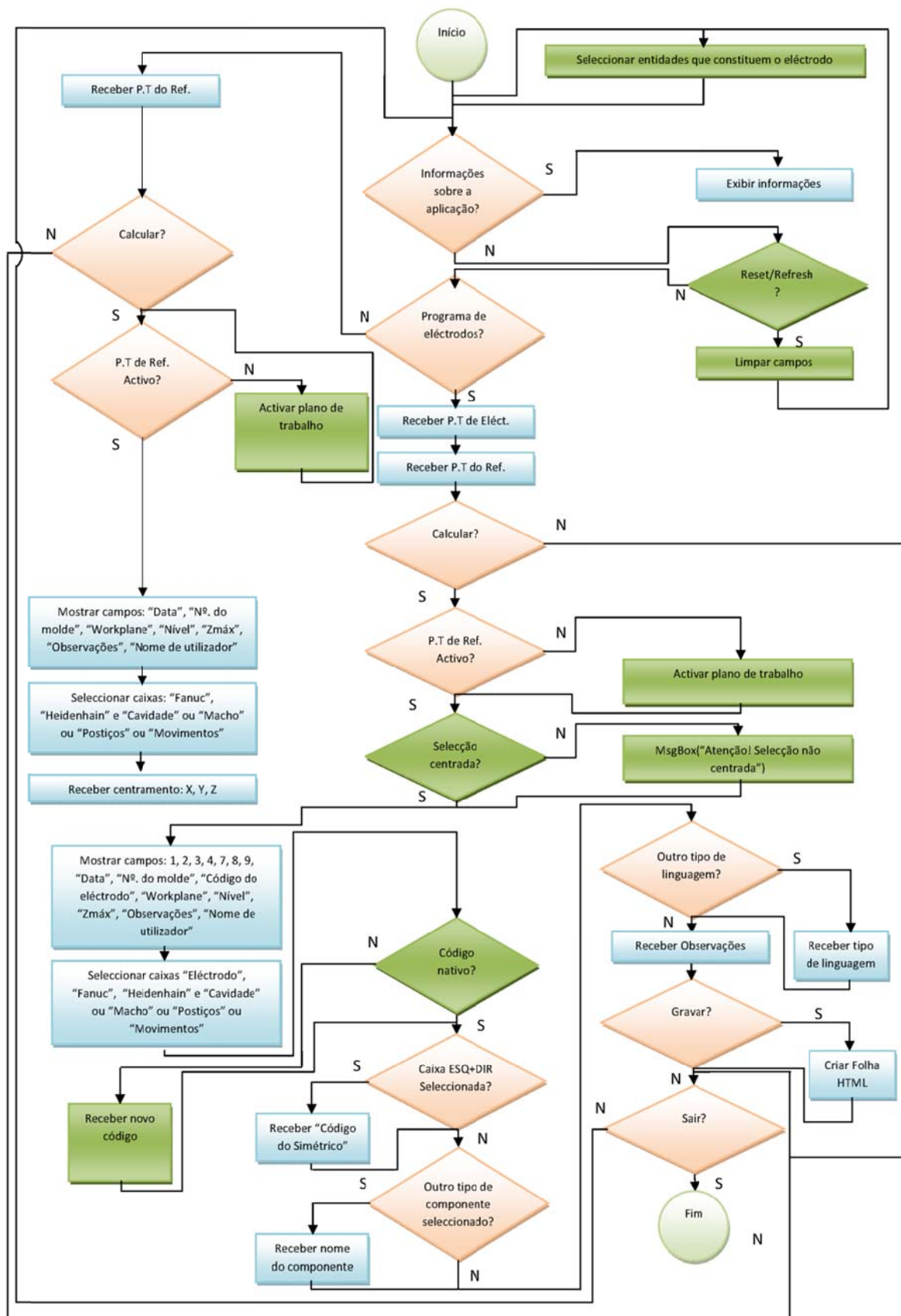


Figura 36. Fluxograma simplificado que ilustra, de forma geral, o funcionamento da aplicação IPM actualizada com as inovações marcadas a cor verde.

## 6.2. Levantamento de caderno de encargos para novas funcionalidades

Depois de concluída a conversão do código VB 6.0 para VB.NET, fez-se o levantamento do caderno de encargos para as novas funcionalidades, que o novo programa deveria conter.

Depois de se ter debatido aquilo que era plausível ou não fazer, devido, principalmente, às limitações que a linguagem BASIC apresenta, mas também devido às limitações de tempo, chegou-se à lista definitiva de novas funcionalidades.

Desde logo, foi também delineado que esta nova aplicação não seria mais do que um acrescento à aplicação IPM; no entanto, a aplicação passou a ter outro nome, IPM.Net.

Não fazia sentido o utilizador necessitar de abrir outra aplicação, já que as novas funcionalidades se integram, perfeitamente, no contexto da aplicação já existente. Sendo assim, segue-se a listagem das novas funcionalidades:

1. Selecção dos planos de trabalho, de referência e do eléctrodo, através de uma lista, não sendo necessário redigi-los, como era obrigatório na versão anterior. No entanto, a possibilidade de o utilizador poder escrever o nome dos planos de trabalho continua a ser possível;
2. Verificação de centralidade, quer isto dizer, que a aplicação avisa o utilizador, no caso de as superfícies seleccionadas não estarem centradas em relação ao plano de trabalho do eléctrodo;
3. Selecção automática das entidades que constituem o eléctrodo;
4. Criação da folha de "Lista de eléctrodos", totalmente automática;
5. Substituição automática de códigos de eléctrodos não nativos da empresa;
6. Possibilidade de adição de até 8 componentes diferentes para o mesmo eléctrodo, aplicando-se o mesmo para o seu simétrico;

Na próxima secção, será abordada a implementação de cada uma destas funcionalidades na aplicação IPM.Net.

### 6.3. Implementação das funcionalidades especificadas no caderno de encargos

A implementação de novas funcionalidades deu origem a algumas modificações na interface da aplicação IPM.Net. A figura 37 mostra a interface da aplicação, já com essas mesmas modificações.

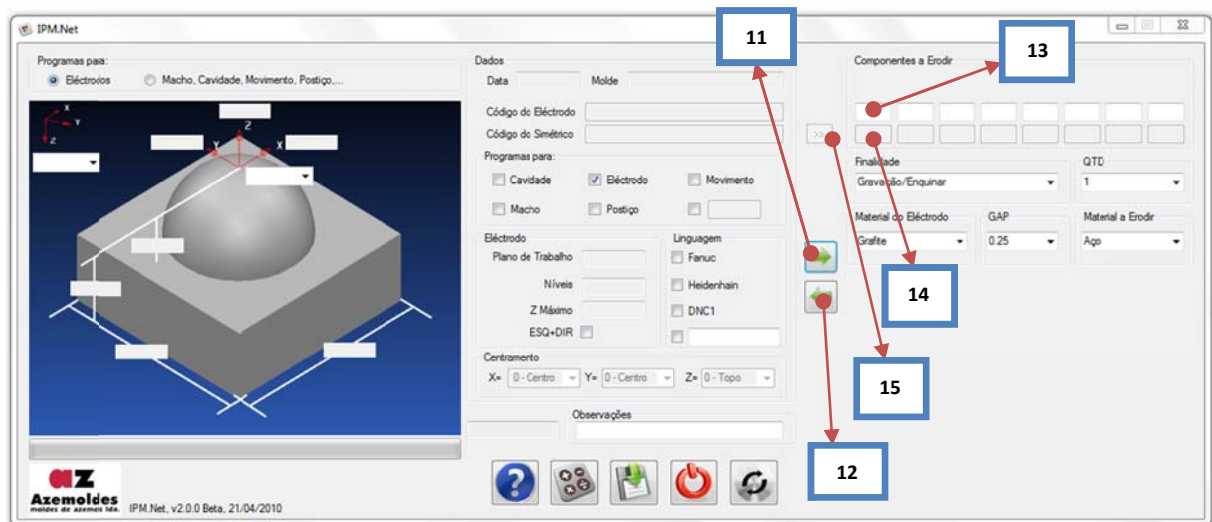


Figura 37. Imagem da interface, totalmente expandida, para cálculo de “Eléctrodos” da aplicação IPM.NET.

*Legenda:*

*11 - Botão que permite expandir a janela para a direita;*

*12 - Botão que permite diminuir a janela para a esquerda;*

*13 - Caixa de texto que recebe, automaticamente, o número de componente do eléctrodo;*

*14 - Caixa de texto que recebe apenas um número de componentes simétrico que seja diferente do número de componente do eléctrodo;*

*15 - Botão Adicionar;*

Caso o utilizador não queira visualizar a interface no modo expandido, com é mostrado na figura 37, pode sempre optar por carregar no botão 12, ficando, assim, a janela da aplicação, do tamanho daquela que aparecia, antes de implementar estas

novas funcionalidades. Ou seja, o utilizador pode sempre escolher se quer ou não usá-las.

---

A primeira funcionalidade já listada foi uma das que mais trabalho deu, em termos de programação. Esta funcionalidade já era esperada e ambicionada, há muito tempo, por quem usava o programa IPM. No entanto, aplicá-la não foi tarefa fácil.

O principal obstáculo foi o facto de os modeladores, muitas das vezes, tornarem os planos de trabalho “não visíveis”, o que impossibilita a listagem desses mesmos planos de trabalho, na aplicação. Depois de muita “gincana” na programação desta funcionalidade, conseguiu-se implementar com sucesso, apresentando apenas um senão: o utilizador terá de ter os dois planos de trabalho, de referência e do eléctrodo, visíveis, para que estes apareçam nas caixas 5 e 6.

---

A segunda funcionalidade, a verificação de centralidade, foi fácil de implementar, já que foram precisos, apenas, alguns cálculos de algibeira.

Através das cotas X, Y e Z, do modelo tridimensional do eléctrodo e da origem X, Y e Z, do seu plano de trabalho, é possível fazer esta verificação. Por exemplo:

$$\text{Origem X do modelo tridimensional} = \frac{\text{Cota X Máximo} - \text{Cota X Mínimo}}{2}$$

Se a origem X do modelo tridimensional coincidir com a origem X do plano de trabalho, estes encontram-se centrados, um em relação ao outro, relativamente a X.

O mesmo raciocínio se aplica a Y. Para que a aplicação não dê erro de centralidade, é necessário que as origens X e Y do modelo tridimensional sejam iguais às origens X e Y do seu plano de trabalho. No entanto, a origem Z do modelo tridimensional e do plano de trabalho deve ser 0. Um exemplo da janela de informação, que aparece quando não se verifica a centralidade, é mostrado na figura 38.

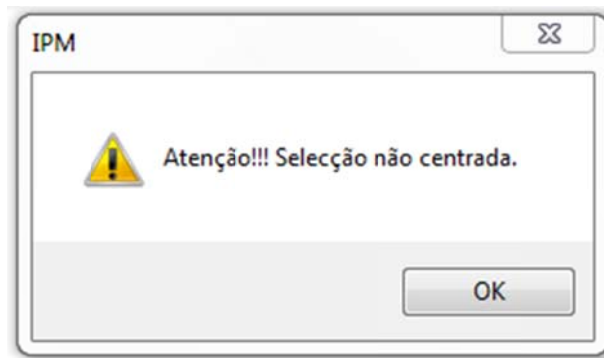


Figura 38. Janela de informação de selecção não centrada.

---

Em relação à selecção automática das entidades que constituem o eléctrodo, esta foi também uma funcionalidade bastante fácil de implementar, utilizando-se apenas um comando muito simples:

```
PSHAPE.EXECUTE("Quick QuickSelectSurf")
```

Este comando é responsável pela selecção de todas as superfícies ou sólidos visíveis.

---

A criação da folha de "Lista de Eléctrodos", automaticamente, foi a funcionalidade que mais trabalho deu, mas não, necessariamente, a mais complicada. A folha foi desenvolvida em código HTML. É sabido que o código HTML é sempre bastante extenso, o que fez com que o código do programa ultrapassasse as 100000 linhas. Estas folhas tinham 187 campos, distribuídos pelo cabeçalho e pelas 26 linhas subsequentes, que tinham de ser preenchidos. Essa operação era realizada segundo a informação contida num ficheiro "TXT", gerado pela aplicação. Um exemplo dessa folha HTML está presente no Anexo C, da secção "Anexos". Um exemplo do ficheiro "TXT" é apresentado na figura seguinte, com a respectiva análise do seu conteúdo.

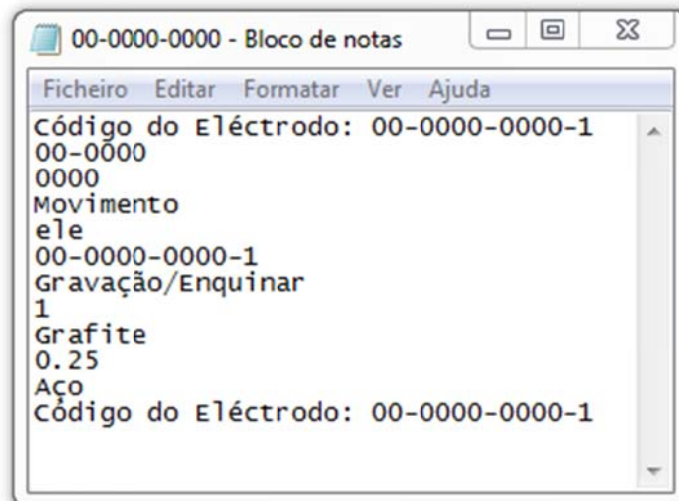


Figura 39. Imagem do conteúdo de um ficheiro "TXT", gerado pela aplicação; Linha 1: Código do Eléctrodo; Linha 2: Número do Molde; Linha 3: Código do Componente; Linha 4: Componente do molde; Linha 5: Nome do plano de trabalho do eléctrodo; Linha 6: Código do eléctrodo; Linha 7: Finalidade; Linha 8: Quantidade; Linha 9: Material do eléctrodo; Linha 10: GAP; Linha 11: Material a erodir; Linha 12: Código do eléctrodo.

Resumindo, cada campo necessita de uma variável, ou seja, para cada folha eram precisas 187 variáveis, mas, como cada eléctrodo pode ter até 8 folhas de componentes diferentes, as variáveis necessárias, no total, são a multiplicação destes dois números, resultado esse que demonstra bem o extenso trabalho de atribuição dessas mesmas variáveis, pelo código HTML. No entanto, é gratificante saber que todo este trabalho simplificou, e muito, o de outros.

---

Quanto à substituição automática de códigos de eléctrodos não nativos da empresa, foi uma funcionalidade criada para algumas raras excepções. Por vezes, poucas, a Azemoldes faz moldes para outras empresas que não possuem a mesma codificação dada aos componentes tridimensionais dos moldes. No entanto, a Azemoldes necessita de ficar com o registo desse molde e adaptar o código, dado pela outra empresa, à sua própria codificação. Por isso, sempre que a aplicação detecte uma codificação diferente daquela que é usada pela Azemoldes, mostra a seguinte janela:

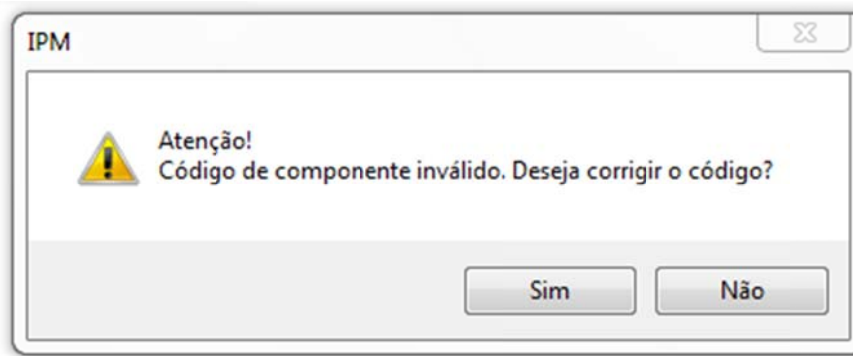


Figura 40. Janela de informação/decisão de código de componente inválido.

Se o utilizador desejar alterar o código, aparecerá uma janela para a introdução do novo código, como demonstra a figura 41.

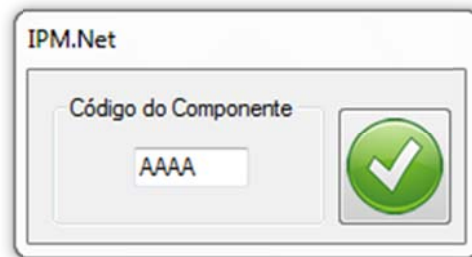


Figura 41. Janela de introdução do código do componente.

Esta funcionalidade permitiu que o utilizador pudesse utilizar o mesmo eléctrodo em 8 componentes diferentes e, posteriormente, criar as 8 folhas HTML, ao mesmo tempo, e de forma totalmente automática.

#### 6.4. Documentação da aplicação

A aplicação IPM.Net, como qualquer outra aplicação, tem um manual de instruções para a sua correcta utilização. Uma cópia desse manual encontra-se na secção "Anexos", Anexo D. O manual, além de instruções passo a passo, para que o utilizador desfrute, ao máximo, das potencialidades da aplicação, conta, também, com outros tópicos imprescindíveis, por exemplo, a caracterização do IPM.Net, as funcionalidades - chave, os ficheiros e requisitos externos para que a aplicação possa funcionar, as instruções para a instalação e execução do IPM.Net, as informações sobre erros, entre outros. Este manual foi avaliado e aprovado pelos responsáveis da Área de Programação da empresa Azemoldes.

No entanto, a documentação da aplicação não termina aqui. Também o código da aplicação se encontra totalmente documentado. Todas as rotinas e subrotinas se encontram devidamente documentadas e estruturadas, para que a evolução da aplicação IPM.Net não finalize por aqui. Qualquer pessoa que possua bons conhecimentos da linguagem .Net e pretenda continuar o trabalho, pode fazê-lo facilmente, sem ter de perder muito tempo em perceber o que faz cada rotina e subrotina da aplicação.

Para complementar a documentação do código, foram feitos, também, vários fluxogramas, para um melhor entendimento das sequências de tarefas realizadas pelo IPM.Net.

Os fluxogramas podem ser consultados na secção “Anexos”, Anexo E.

### 6.5. Ensaio de validação

O teste da aplicação é sempre importantíssimo para o seu sucesso. Por mais que a pessoa que desenvolve o código seja experiente na programação, elabore um bom plano de desenvolvimento e equacione todas as variáveis possíveis, existem sempre falhas que, sem um bom teste, em condições reais, não são fáceis de detectar.

Por isso, sempre que era implementada uma funcionalidade nova, procedia-se a um teste, em condições reais. Detectados os erros, se existissem, eram imediatamente suprimidos e feito outro teste. Esta situação repetia-se até aquela funcionalidade estar livre de lacunas.

Sendo assim, os testes foram feitos para todas as novas funcionalidades e prolongaram-se até a aplicação estar completamente concluída.

Convém informar que apenas duas pessoas faziam os testes, para que a detecção de erros não se tornasse uma avalanche e a sua recolha fosse mais fácil.

Depois da aplicação estar concluída, todos os potenciais utilizadores do IPM.Net. fizeram, então, um teste final, em condições reais. Este teste prolongou-se por uma semana, e apenas foram identificadas três anomalias. A correcção desses três erros foi fácil, demorando pouco tempo, o que proporcionou que, após essa semana de testes, a aplicação IPM.Net começasse a ser utilizada, em pleno, por toda a gente envolvida na criação de folhas de “Índice de Programas de Maquinação” e “Listas de Eléctrodos”.

## 6.6. Eficiência da aplicação

Esta dissertação não ficaria completa se não fosse analisada a eficiência da aplicação IPM.Net, do ponto de vista quantitativo. Do ponto de vista qualitativo, já muito se disse sobre esta nova aplicação, nomeadamente, a melhoria no aspecto da interface utilizador/aplicação, a redução de campos com necessidade de intervenção do utilizador, etc.

Sendo assim, para avaliar a eficiência do ponto de vista quantitativo, foi feito um teste que tinha como função colocar três habituais utilizadores da antiga aplicação a trabalhar, com esta e com a nova, na criação de folhas de “Índice de Programas de Maquinação ” e “Lista de Eléctrodos” para 26 eléctrodos. O tempo que cada utilizador demorou a criar essas folhas foi cronometrado. Os tempos arredondados ao minuto e os cálculos feitos para a opção de eléctrodos rodados, que é a que exige mais trabalho.

A tabela 5 e a figura 42 mostram os resultados obtidos.

Tabela 4. Tabela com os resultados de eficiência da aplicação IPM.Net, relativamente ao tempo gasto para a criação de folhas HTML, por parte de três utilizadores, em diferentes aplicações.

David Alves	Pedro Pinho	Paulo Costa	Média	
Minutos				Aplicação
12	17	15	15	IPM
6	9	7	7	IPM.Net
<i>50</i>	<i>53</i>	<i>47</i>	<i>47</i>	Eficiência IPM.Net (%)

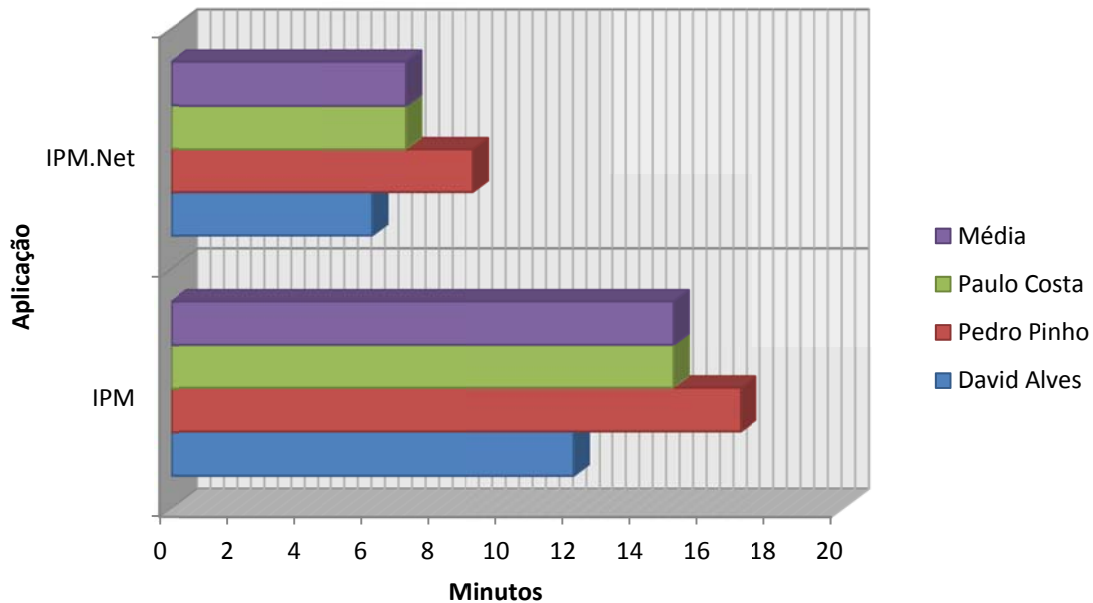


Figura 42. Gráfico que relaciona o tempo gasto por três utilizadores na criação de folhas de “Índice de Programas de Maquinação” e “Lista de Eléctrodos” para 26 eléctrodos, na aplicação IPM e IPM.Net.

Como demonstram a tabela 5 e a figura 42, o tempo gasto, por um utilizador que trabalhe na aplicação IPM para as condições de teste, é, em média, o dobro, o que mostra que a aplicação IPM.Net é duas vezes mais eficiente do que a IPM. Sendo assim, o utilizador, ao trabalhar com a aplicação mais recente, poupa tempo, que pode ser utilizado noutra tarefa, por exemplo, na modelação de eléctrodos, que é um dos trabalhos que estes utilizadores também executam.

Ainda assim, a eficiência, do ponto de vista quantitativo, não dá a ideia geral da grande melhoria trazida por esta aplicação. Por exemplo, neste teste de índice de eficiência não foram levados em conta os erros que poderiam existir nas folhas de “Índice de Programas de Maquinação” e “Lista de Eléctrodos”, quando estas eram criadas manualmente. Esse processo era, muitas vezes, simplificado, copiando e alterando os dados de uma folha existente para uma nova, o que resultava em muitos erros, nomeadamente, na contagem dos números de componentes, no código do eléctrodo, etc.

## 7. Conclusões

Depois de terminado este estágio, é seguro afirmar que foi uma experiência muito enriquecedora e que proporcionou contactar com aquilo que é a realidade industrial. Foi um desafio aliciante que permitiu testar os conhecimentos adquiridos nestes cinco anos de estudo. Nem sempre a teoria esteve a par da prática, mas, revelou-se, sem dúvida, uma importante ferramenta para enfrentar outros desafios futuros. A indústria de moldes é bastante atractiva e o rigor e profissionalismo com que se trabalha, diariamente, nesta empresa, fez com que este trabalho nunca fosse uma obrigação, mas, sim, um gosto.

Quanto ao trabalho desenvolvido, a actualização do código da aplicação IPM para a mais recente linguagem .Net, foi fácil e até permitiu melhorar a sua rapidez de funcionamento. No entanto, as novas funcionalidades adicionadas a este programa levaram à programação de um código bastante complexo e extenso.

Inicialmente, quando foram propostas algumas normas, presentes no manual da aplicação, secção “Anexos”, anexo D, os programadores de moldes manifestaram um certo desagrado, relativamente à implementação dessas mudanças.

Até então, não havia uma norma fixa para a nomenclatura usada, quer nos planos de trabalho de referência, quer nos planos de trabalho dos eléctrodos, ou seja, muitos modeladores usavam, por exemplo, no plano de referência, o nome “cav0000”; já outros usavam “cav\_0000” e ainda outros, “cav 0000”. Ora, para criar um automatismo é necessário que seja eliminada a maior parte das variáveis e, se cada programador usasse a nomenclatura à sua maneira, a aplicação, por esta altura, ainda não estaria pronta.

A relutância na implementação de algumas normas tem, sobretudo, a ver com os hábitos que se foram criando, ao longo dos muitos anos de trabalho nesta área, não obstante de haver sempre em todo o lado uma certa resistência à mudança, seja ela boa ou má.

No entanto, depois de algum tempo, estas normas foram sendo aplicadas por um e por outro, tendo-se alargado a toda a gente.

Foi uma surpresa verificar-se que quem costumava trabalhar com a aplicação IPM aceitou bem a mudança. Talvez esta atitude se explique pelo facto de o programa ter ido ao encontro daquilo que era esperado por todos e não significar uma simples mudança.

Apesar de alguns contratemplos, e sempre com a ajuda de todos os envolvidos neste projecto, foi possível criar uma aplicação robusta, no entanto, simples e amigável, reflecte tudo aquilo que foi ambicionado desde o início.

Embora, no começo, algumas das funcionalidades propostas parecessem quase impossíveis de realizar, com tempo, boa vontade e, acima de tudo, profissionalismo, foi possível levar todas essas ideias a bom porto.

A aplicação criada, programada em Visual Basic.Net e utilizando a mais recente tecnologia OLE da Delcam, poderá ser usada, por muitos anos, e sem qualquer tipo de limitação. No entanto, se for necessário actualizar a aplicação com uma outra funcionalidade que possa melhorar a eficiência, tanto do utilizador, como da aplicação, é sempre possível, pois esta encontra-se totalmente documentada, quanto à sua utilização, através do “Manual de Instruções” e, quanto à sua programação, através da descrição da função de cada rotina e subrotina, no próprio código do IPM.Net. É aconselhável, como projecto futuro, que a interface gráfica seja melhorada, pois só assim se poderão integrar novas funcionalidades. Com a actual interface gráfica, a introdução de novas funcionalidades só iria torná-la mais confusa e de difícil utilização.

Em suma, este estágio permitiu ter o primeiro contacto com o mundo de trabalho, através do desenvolvimento de um projecto audaz e complexo, e refinar algumas características, como o perfeccionismo, a persistência, a perspicácia e o profissionalismo, importantíssimas para o ambiente, extremamente exigente e competitivo, vivido hoje em dia.

## 8. Bibliografia

- [1] Azemoldes, Manual do Sistema Organizacional, exemplar n.º 13. 2009, página 6;
- [2] <http://www.flymaster.net/Products/FlymasterB1Nav/tabid/108/language/en-US/Default.aspx>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [3] <http://v.calameo.com/1.0/cviewer.swf?bkcode=000062468f0e5afa1959c&langid=es>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [4] Fuh J. Y. H., Zhang Y. F., Nee A. Y. C., Computer-aided injection mold design and manufacture. New York. Marcel Dekker, 2004.
- [5] Deives Roberto Baretta, "Estudo comparativo e experimental de materiais aplicados a insertos machos de moldes de injeção dentro do conceito de molde híbrido". Universidade de Caxias do Sul, 2007, páginas 31 a 34.
- [6] <http://idsamp.wordpress.com/2009/07/page/3/>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [7] <http://gundyabhao.blogspot.com/2008/10/injection-molding.html>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [8] <http://www.mmsonline.com/articles/edm-vs-milling-in-diemold-machining>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [9] <http://www.make-it-better.us/article.cfm?articleID=24>, acessado em 2 de Junho de 2010.
- [10] P. Krajnik, J. Kopac, "Modern machining of die and mold tools". Journal of Processing Technology, 2004, páginas 543 a 552.
- [11] Apontamentos da disciplina de Tecnologias dos Materiais Metálicos, Module 9, Non conventional Machining, Version 2 ME, IIT Kharagpur. 2010, páginas 2 a 6.
- [12] David J. Eck: Object-Oriented Programming, School of Computer Science, University of KwaZulu-Natal, 2007.

[13] <http://www.delcam.com/vb/DOTNet/Comparison.htm>, acedido em 2 de Junho de 2010.

[14] Michael Halvorson: Microsoft Visual Basic.Net - Passo a passo, McGraw-Hill, 2002.

[15] Martins-Augusto V., "Apontamentos da cadeira de Engenharia Assistida por Computador". 2008.

[16] Martins-Augusto V., "Apontamentos da cadeira de Computação e Programação". 2008.

## Anexos

## Anexo A





## Anexo B

## LISTA DE ELÉCTRODOS

A Lista de Eléctrodos é elaborada pelo programador do molde, pelo fresador e pelo resp. Erosão, o que deverá acontecer até ao início da maquinação do componente. Caso tal não aconteça, o fresador averigua o estado de elaboração da lista, solicitando a sua emissão quando necessitar dela. O original fica com a Produção, acompanha o componente. A Programação fica com uma cópia.

As actualizações são efectuadas da seguinte forma: quem toma a iniciativa indica manuscritamente no original a modificação pretendida; a Programação fica com uma cópia para si e o original fica na Produção.

A lista indica os eléctrodos a fazer, respectivo código, finalidade (com indicação no mapa de eléctrodos), matéria prima a utilizar e GAP.

O eléctrodo é identificado por código constituído pelo número do molde, componente e número sequencial (por exemplo, 01-1199-1701-3), no caso de eléctrodos com programação. Eléctrodos sem programação são identificados com código idêntico, acrescido da letra "P" (por exemplo: 01-1199-1701-3P).

Os programas são identificados segundo instrução própria (I 16).

Para espessuras  $\geq 2$  mm (excepto em zonas a texturizar e modelos sujeitos a aprovação do cliente), é adoptado um "gap" de 0,25 mm (para cada lado). Nas restantes situações é definido caso a caso por quem programa e pelo resp. Erosão.

## DIMENSÕES DO BLOCO

Na programação do eléctrodo é dada uma extrusão de 5 mm (mínimo) no sentido de erosão para garantir que a base do eléctrodo não colide com a gravação.

As dimensões do bloco (valores nominais) excedem o eléctrodo no mínimo em 2 mm para cada lado em X e Y e 20 mm em Z. Caso necessário (ex: rebaixar eléctrodo), o valor z poderá ser inferior. Para além disso, o mínimo de X e Y é 20 mm.

Quando alguma das cotas é de 20 mm, é indicado a seguir entre parentesis a cota final do eléctrodo.

No corte do bloco as cotas indicadas (nominais) são consideradas como mínimo.

Na maquinação do eléctrodo (esquadrear o bloco) é considerada uma tolerância de  $-2$  e  $0$  relativamente às medidas do bloco indicadas no Índice de Programas de Maquinação.

## POSICIONAMENTO DO BLOCO

A origem do sistema de coordenadas do eléctrodo é para os eixos X e Y o centro do bloco e para o eixo Z a face superior do bloco.

## MARCAÇÃO DO ELÉCTRODO

É efectuado por quem o fabrica com etiqueta com o código do eléctrodo.

EDIÇÃO	DATA	APROVAÇÃO
<b>3</b>	2003-NOV-10	

## Anexo C



## Anexo D

# IPM .Net

*Instruções passo a passo para uma correcta utilização do IPM.Net*



Eduardo Brás

# Índice

1	INTRODUÇÃO.....	2
1.1	OBJECTIVO DA APLICAÇÃO IPM.NET .....	2
1.2	SOBRE ESTE MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	2
1.3	CARACTERIZAÇÃO DO IPM.NET.....	3
2	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO.....	4
2.1	FUNCIONALIDADES – CHAVE .....	4
2.2	FICHEIROS .....	5
2.3	REQUISITOS EXTERNOS .....	5
3	INSTALAR E INICIAR O IPM.NET .....	7
3.1	INSTALAÇÃO DA APLICAÇÃO.....	7
3.2	INICIAR A APLICAÇÃO .....	7
4	INSTRUÇÕES, PASSO A PASSO, PARA A UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO .....	9
4.1	INTERFACE.....	9
4.2	NORMAS .....	11
4.3	UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO.....	12
4.4	ERROS .....	21
4.5	CÓDIGO VISUAL BASIC E HTML .....	22
5	ANEXOS .....	23
5.1	ANEXO A .....	24

---

# 1 Introdução

---

## 1.1 Objectivo da aplicação IPM.Net

Este software pretende, acima de tudo, facilitar o trabalho e melhorar a eficiência de quem tem como função elaborar folhas de “Índice de Programas de Maquinação” e “Lista de Eléctrodos”.

Além de uma simples actualização da versão já existente deste utilitário, foram adicionadas novas funcionalidades, que permitem melhorar o desempenho da aplicação e de quem a utiliza.

O software IPM.Net foi desenvolvido, totalmente, em linguagem .NET e utiliza a mais recente tecnologia de partilha de informação entre aplicações, o PowerSolutionDOTNetOLE, versão 2.1.

A junção destes dois factores permitiu criar funcionalidades que, anteriormente, não eram possíveis noutras macros para PowerSHAPE.

---

## 1.2 Sobre este Manual de Instruções

É objectivo deste manual dar a conhecer, a quem trabalha com o software IPM.Net, as suas potencialidades, assim como as limitações e o seu modo de utilização, guiando o utilizador, através de todas as funcionalidades deste software.

Este manual não pode ser editado nem copiado sem a autorização dos responsáveis da área de programação.

---

## 1.3 Caracterização do IPM.Net

- Nome completo: IPM.Net;
- Abreviatura: IPM;
- Versão: 2.1.0.0;
- Release: 2;
- Requisitos: PowerSHAPE 2010 ou superior;

---

## 2 Descrição da Aplicação

---

### 2.1 Funcionalidades – Chave

- Selecção dos planos de trabalho, de referência e do eléctrodo, através de uma lista, não sendo necessário redigi-los, como era obrigatório na versão anterior. No entanto, a possibilidade do utilizador poder escrever o nome dos planos de trabalho continua a ser possível;
- Verificação de centralidade - quer isto dizer que, agora, a aplicação avisa o utilizador, no caso de as superfícies seleccionadas não estarem centradas em relação ao plano de trabalho do eléctrodo;
- Selecção automática das entidades que constituem o eléctrodo;
- Criação da folha de “Lista de eléctrodos” totalmente automática;
- Substituição automática de códigos de eléctrodos não nativos da empresa, possibilitando, na mesma, a substituição manual;
- Remoção de um dos botões de cálculo, presentes na versão antiga, sendo agora função de um único botão o cálculo, tanto para “Eléctrodos”, como para “Macho, Cavidade, Movimento, Postiços,...”;
- Adição de um botão com a função “Reset\Refresh” para que a aplicação limpe todos os campos e seleccione todas as entidades que constituem o eléctrodo, sem que o utilizador tenha de abrir a janela do PowerSHAPE e tenha de as seleccionar manualmente;
- Possibilidade de adição de até 8 componentes para o mesmo eléctrodo, aplicando-se o mesmo para o simétrico do eléctrodo;

- Possibilidade, agora, de adicionar, na aplicação, informação - extra relativa ao eléctrodo, como por exemplo, a “Finalidade”, “QTD”, “Material do Eléctrodo”, “GAP” e “Material a Erodir”.

---

## 2.2 Ficheiros

Para esta aplicação funcionar correctamente, deve conter em sítios estratégicos, alguns ficheiros, que enunciarei de seguida.

Em primeiro lugar, deve conter, na mesma pasta de instalação da aplicação, o ficheiro “PowerSolutionDOTNetOLE.dll”. Se não estiver disponível, basta fazer o download, da versão mais recente das bibliotecas PowerSolutionDOTNetOLE, na página:

<http://www.delcam.com/vb/DOTNet/Introduction.htm>

Existem mais dois ficheiros essenciais que têm de estar presentes na pasta “r:\aplicacoes\lpmaq”. Os seus nomes são: “AZ.jpg” e “folhaelectrodos.PNG”. o primeiro, é o logótipo que aparece na folha de “Índice de Programas de Maquinação” e, o segundo, é o que aparece na folha de “Lista de Eléctrodos”. As suas dimensões devem ser de 99x42 e 138x64, respectivamente.

Quando é dada a ordem de gravação de dados à aplicação, esta cria, em igual número, ficheiros “TXT” e “HTML”, um de cada, para códigos de eléctrodos diferentes. Estes ficheiros são criados nos destinos (“r:\aplicacoes\lpmaq\IPM.NET-Txt”) e (“r:\aplicacoes\lpmaq\IPM.NET-Html”), respectivamente.

---

## 2.3 Requisitos externos

- O único requisito a ter em conta é que o computador deve estar devidamente conectado à rede da empresa e ter acesso ao disco “R” - Comum.
- Se for absolutamente necessário utilizar a aplicação sem o computador estar conectado à rede, pode seguir os seguintes passos (Windows 7):

Botão Iniciar>Todos os Programas>Acessórios>Linha de Comandos:

Cd \

Subst r: c:\Temp

Estes passos irão criar uma drive (R:), na pasta “Temp” do seu disco, e aparecerá como um novo disco, no “Meu Computador”.

Dentro da pasta “Temp”, é necessário criar a pasta “Aplicacoes”e, dentro desta, a pasta “Ipmaq”. Na pasta “Ipmaq”, é necessário criar outra com o nome “exe” e, por último, dentro desta, criar uma pasta com o nome “IPM.Net”. Copie os ficheiros relativos à aplicação, para dentro desta pasta, e volte a ler a secção 2.2, para não se esquecer de copiar nenhum ficheiro.

---

## 3 Instalar e iniciar o IPM.Net

---

### 3.1 Instalação da aplicação

Esta aplicação não tem nenhum “Setup” associado, sendo apenas necessária a cópia de alguns ficheiros, para a pasta de instalação pretendida.

A aplicação é constituída por quatro ficheiros fundamentais: “IPM.Net.exe”, “IPM.Net.pdb”, “IPM.Net.xml” e, por último, o PowerSolutionDOTNetOLE.dll. Então, estes ficheiros terão de ser copiados para a pasta de instalação pretendida.

---

### 3.2 Iniciar a aplicação

Para iniciar a aplicação, são necessárias, apenas, duas condições. A primeira, é que o PowerSHAPE esteja aberto e, a segunda, é que tenha algum modelo aberto, dentro do PowerSHAPE, para que o programa possa seleccionar alguma entidade. Faça duplo clique no executável “IPM.Net.exe”.

Se a primeira e a segunda condições não forem respeitadas, aparecer-lhe-á as mensagens de informação, presentes nas figuras 1 e 2, respectivamente, e o programa será fechado.

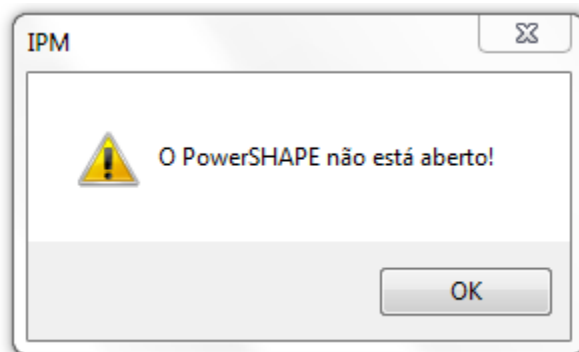


Figura 1. Imagem da janela que informa o utilizador de que o PowerSHAPE não se encontra aberto.

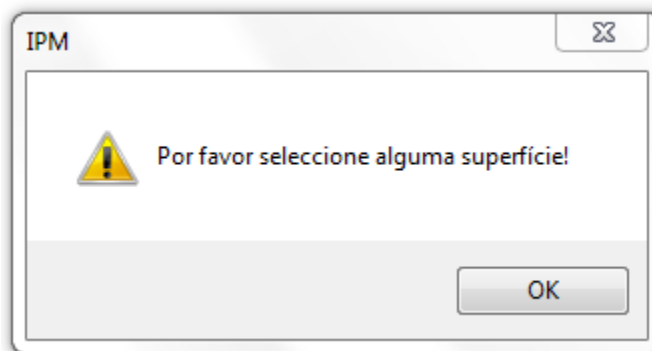


Figura 2. Imagem da janela que informa o utilizador de que não existe nenhuma superfície seleccionada.

## 4 Instruções, passo por passo, para a utilização da aplicação

Nesta secção, serão abordadas todas as possibilidades de interacção com a aplicação IPM.Net. Será apresentado o interface da aplicação, assim como, a respectiva legenda de todos os componentes presentes nessa interface.

Apresentar-se-ão também algumas normas para a utilização desta aplicação, uma vez que existem campos em que a introdução de dados tem uma certa regra.

Também serão abordadas as limitações conhecidas do "IPM.Net", assim como, os possíveis erros que daí poderão resultar.

### 4.1 Interface

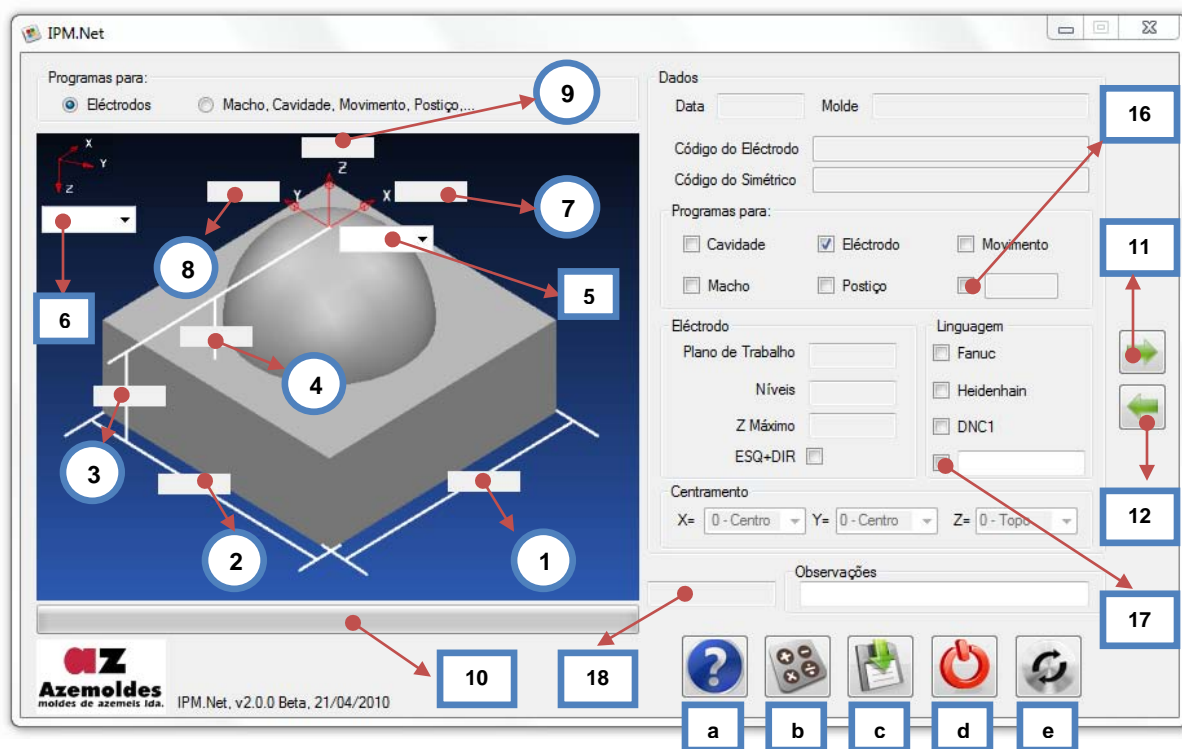


Figura 3. Imagem da interface, para cálculo de "Eléctrodos" da aplicação IPM.Net.

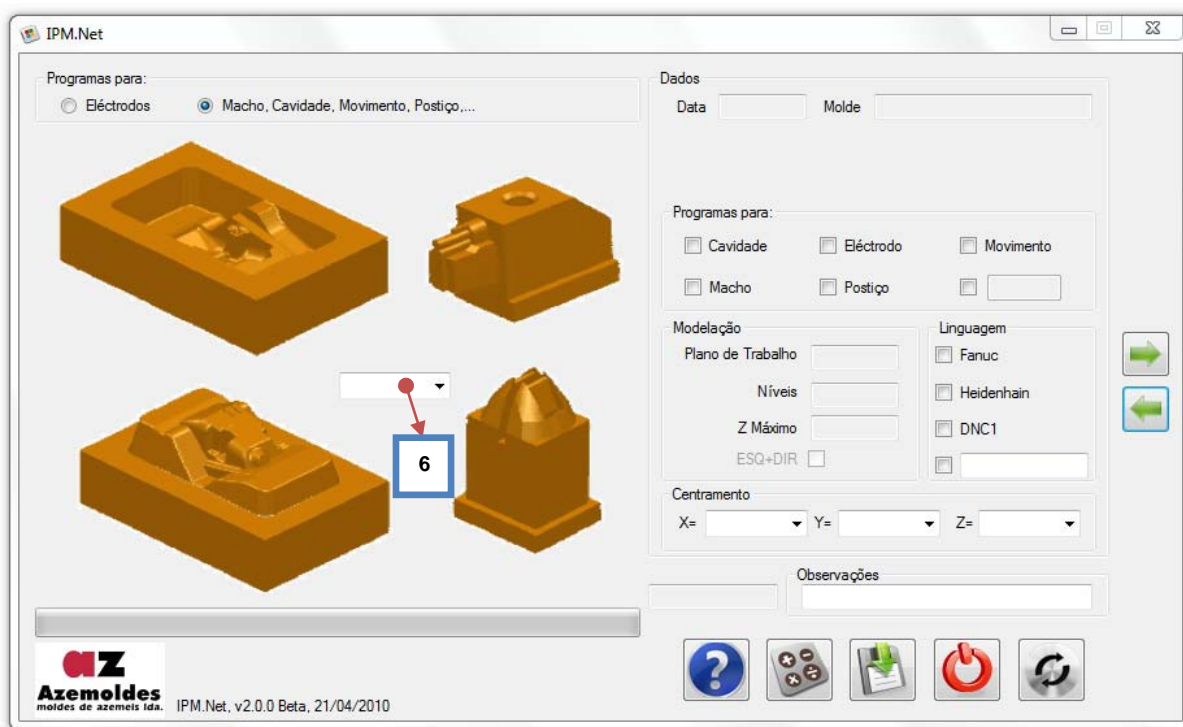


Figura 4. Imagem da interface, para cálculo de “Macho, Cavidade, Movimento, Postiço, ...” da aplicação IPM.Net.

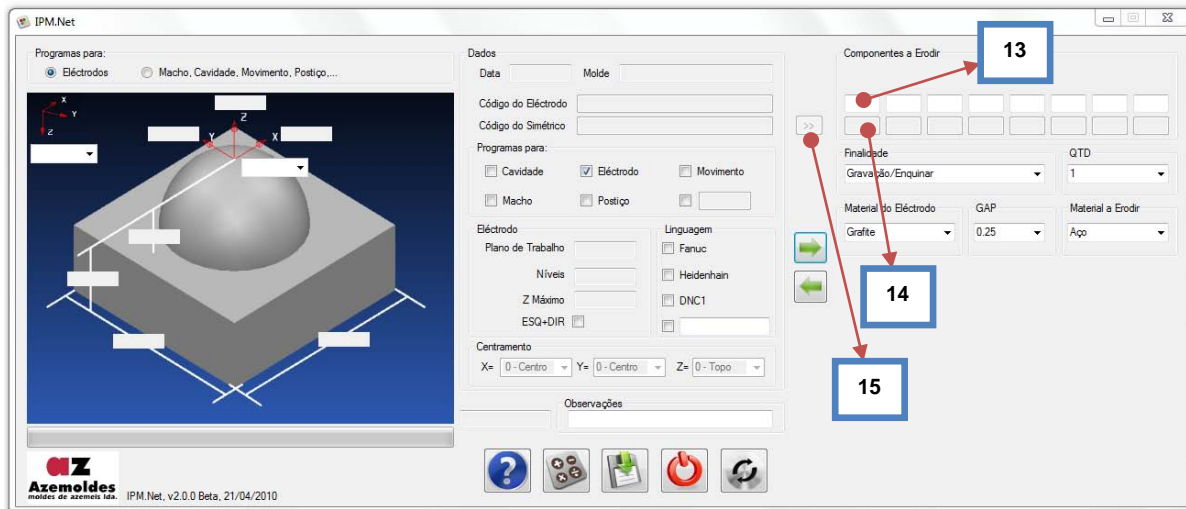


Figura 5. Imagem da interface, totalmente expandida, para cálculo de “Eléctrodos” da aplicação IPM.Net.

---

**Legenda:**

- 1 - Dimensão do bloco, no eixo dos XX;
- 2 - Dimensão do bloco, no eixo dos YY;
- 3 - Dimensão do bloco, no eixo dos ZZ;
- 4 - Dimensão do eléctrodo, no eixo dos ZZ;
- 5 - Plano de trabalho do eléctrodo;
- 6 - Plano de trabalho de referência;
- 7 - Origem X do plano de trabalho do eléctrodo;
- 8 - Origem Y do plano de trabalho do eléctrodo;
- 9 - Origem Z do plano de trabalho do eléctrodo;
- 10 - Barra de Progressão;
- 11 - Botão que permite expandir a janela para a direita;
- 12 - Botão que permite diminuir a janela para a esquerda;
- 13 - Caixa de texto que recebe, automaticamente, o número de componente do eléctrodo;
- 14 - Caixa de texto que recebe, apenas, um número de componente simétrico que seja diferente do número de componente do eléctrodo;
- 15 - Botão Adicionar;
- 16 - Caixa de texto para inserir novo componente do molde;
- 17 - Caixa de texto para inserir nova linguagem;
- 18 - Nome de utilizador;
- a - Botão Informações;
- b - Botão Calcular;
- c - Botão Gravar;
- d - Botão Sair;
- e - Botão "Refresh\Reset".

---

## 4.2 Normas

Para que esta aplicação pudesse facilitar o trabalho, na criação das folhas de "Índice de Programas de Maquinação" e "Lista de Eléctrodos", foi necessário impor algumas

normas para a correcta utilização desta aplicação. Sendo assim, vão ser enumeradas essas normas.

#### Nome do plano de trabalho de referência

Este deve conter, apenas, 8 caracteres, dos quais, os 3 primeiros são as iniciais de cavidade, ou macho, ou movimento ou posição. O quarto carácter é, obrigatoriamente, (“\_”), por extenso “UnderScore”, e é responsável por separar os 3 primeiros dos 4 últimos, que são também, obrigatoriamente, o número do componente do molde. Para explicar melhor segue-se um exemplo:

mac\_1234

A norma, quanto à atribuição de nomes para o eléctrodo de referência, tem de ser sempre esta:

#### Nome do plano de trabalho do eléctrodo

Neste campo, o cuidado é, apenas, em relação aos eléctrodos rodados. Quando o eléctrodo for rodado, o nome do plano de trabalho deve ter, como sufixo, os caracteres (“\_R” ou “\_r”), como demonstram os seguintes exemplos:

eba\_R

eba\_r

Registe-se que, todos os campos da aplicação são de introdução automática, exceptuando, os que serão referidos, atempadamente, querendo dizer, com isto, que não se deve introduzir nenhum dado, manualmente, a não ser nos campos onde este manual assim o instrui.

---

## 4.3 Utilização da aplicação

Em primeiro lugar, o utilizador deve ter em conta que, o nome dos planos de trabalho de referência e de eléctrodos só aparece nos respectivos campos, se estes estiverem

visíveis no PowerSHAPE. Se só se aperceber disso depois de ter iniciado a aplicação, torne os planos de trabalho visíveis no PowerSHAPE e carregue no botão “Reset\Refresh”, para actualizar, na aplicação, os nomes dos planos de trabalho requeridos. Caso reste alguma dúvida, carregue no botão de “ Informações” e poderá consultar algumas informações adicionais, assim como, o “link” para este manual mais detalhado.

De seguida, escolha, se quer fazer cálculos para “Eléctrodos” ou para “Macho, Cavidade, Movimento, Posição,...”. Por predefinição, quando abre o programa, este está seleccionado para cálculo de “Eléctrodo”.

#### Cálculo de “Eléctrodos”:

Assumindo que já encontra os nomes dos planos de trabalho com os quais pretende trabalhar, nas caixas 5 e 6 da figura 3, passaremos, então, ao passo seguinte.

Se, por acaso, se esquecer de preencher as caixas 5 e 6, aparecerá a janela apresentada na figura 6.

Se apenas não preencher a caixa 5 ou a caixa 6, aparecerão as janelas identificadas nas imagens 7 e 8, respectivamente.

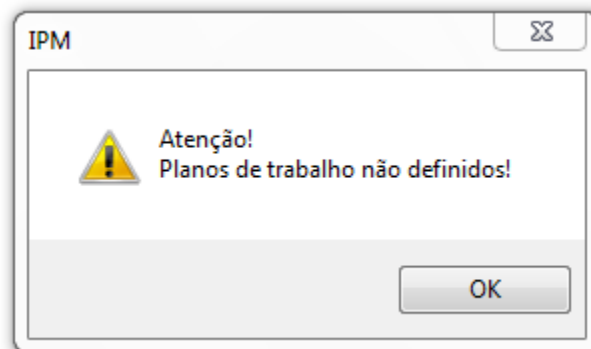


Figura 6. Janela de informação de planos de trabalho não definidos.

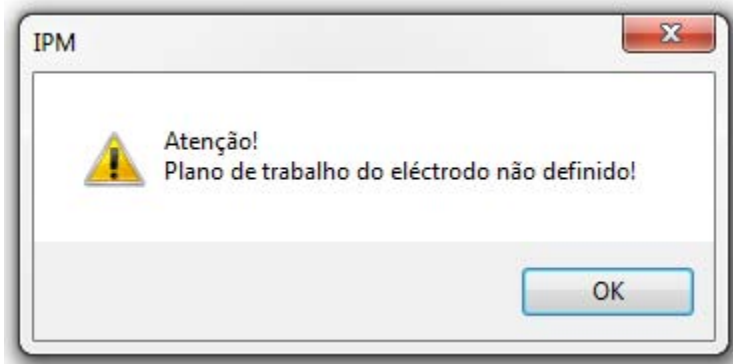


Figura 7. Janela de informação de plano de trabalho do eléctrodo não definido.

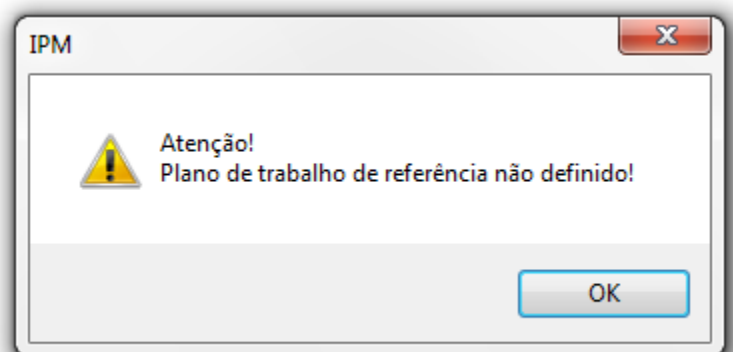


Figura 8. Janela de informação de plano de referência não definido.

Depois dos planos de trabalho seleccionados, carregue no botão "Calcular". Se o plano de referência não estiver activado, aparecerá uma mensagem de informação e decisão, como mostra a figura 9.

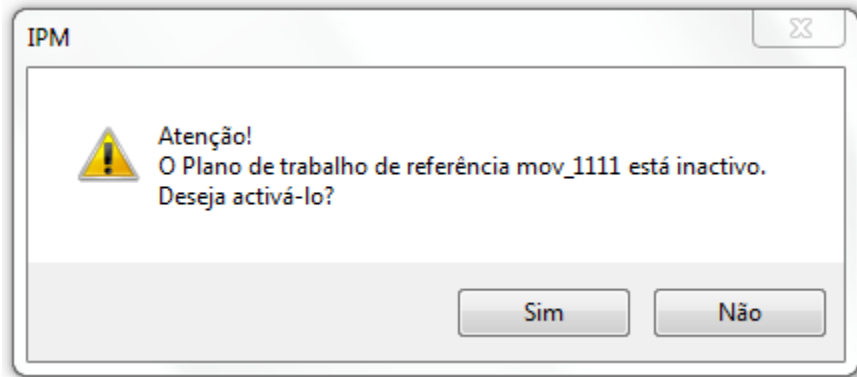


Figura 9. Imagem da janela de informação/decisão que aparece, se o plano de trabalho de referência não estiver activo.

Se seleccionar "Sim", a aplicação fará a activação do plano de referência, automaticamente. No entanto, se disser que não, a aplicação continua com os cálculos, mas os valores que aparecem nos campos 7, 8 e 9, da figura 3, podem estar errados.

Durante os cálculos do programa, pode apresentar uma mensagem de erro, que está relacionada com a nova funcionalidade de centralidade. Se a aplicação detectar que o eléctrodo modelado não está centrado com o seu plano de trabalho, aparecerá a seguinte mensagem:

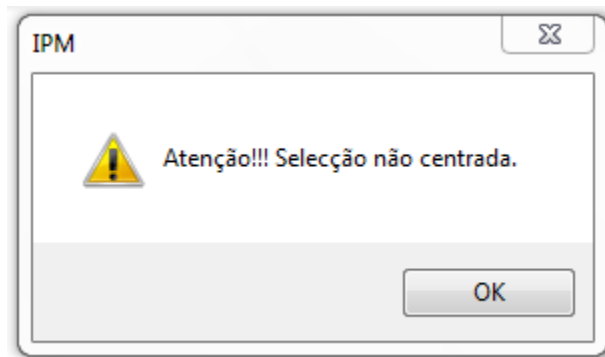


Figura 10. Janela de aviso de selecção não centrada.

Após carregar em "OK", a janela desaparece e o cálculo continua.

Se tudo foi feito como deve ser, a barra de progressão ficou totalmente preenchida.

No entanto, depois da barra de progressão estar completamente cheia, pode surgir outra mensagem de aviso. Esta mensagem de aviso só aparecerá, se o código de

componente do eléctrodo não tiver apenas caracteres numéricos, por exemplo: 00-0000-AAAA-0. Acontecendo esta situação, a janela de aviso que aparece é a que é visível na seguinte figura:

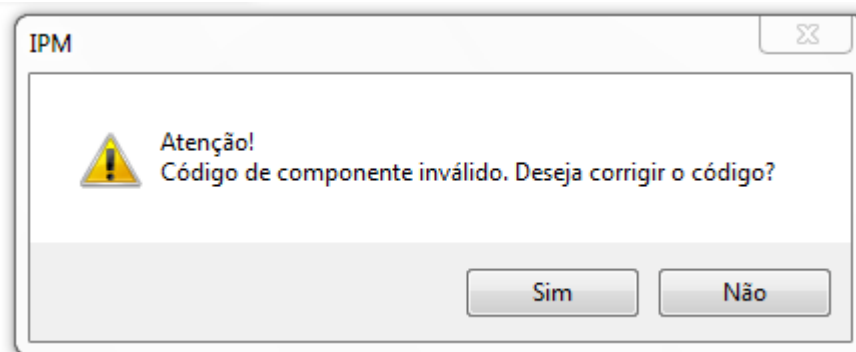


Figura 11. Janela de informação/decisão de código de componente inválido.

Esta janela possui uma decisão "Sim" ou "Não", pois pode querer-se que o código do componente fique assim mesmo, acontecendo, normalmente, quando o projecto não é interno, mas feito para outra empresa. Se carregar em "Não", o código de componente mantém-se, se carregar em "Sim", aparecerá outra janela, como demonstra a figura abaixo:

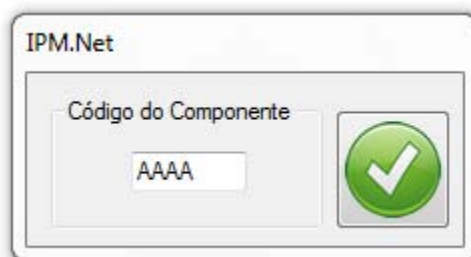


Figura 12. Janela de introdução do "Código do Componente".

Nesta janela, pode, então, inserir o código que deseja, desde que sejam 4 caracteres numéricos. Carregue no botão de "Aceitar"

Neste momento, a aplicação já acabou os cálculos.

Expandir (botão 11) a janela da aplicação para a introdução dos restantes dados.

Caso não tenha reparado, agora esta aplicação numera o código do eléctrodo. Esta numeração é sequencial e tem o limite de 999.

Se os cálculos não foram para “Cavidade”, “Macho”, “Postiço” ou “Movimento”, pode seleccionar a caixa com o número 16 (figura 3) e adicionar outro nome à sua escolha. Pode conter os caracteres que quiser.

O mesmo se verifica para a “Linguagem”. Se a “Linguagem” não for para nenhuma das presentes na aplicação, pode também seleccionar a caixa número 17 (figura 3) e adicionar outro nome. Também esta caixa de texto pode receber todo o tipo de caracteres, com a extensão que quiser.

Se pretender adicionar um eléctrodo que é simétrico do que acabou de calcular, basta seleccionar a caixa “ESQ+DIR”. Seleccionando esta caixa, irá aparecer a seguinte janela, como ilustra a figura abaixo.

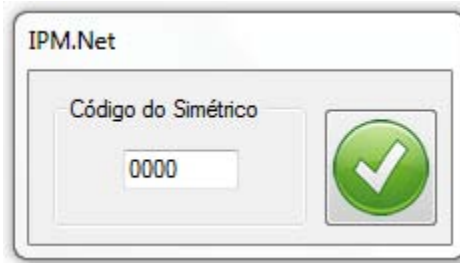


Figura 13. Janela de introdução do “Código do Simétrico”.

Neste campo, ou mantém o código que já lá está, ou introduz um novo. Se introduzir um novo, este campo apenas deve ser preenchido com 4 caracteres numéricos. Seja qual for a decisão, carregue no botão ao lado, para aceitar o código.

Depois de ter aceitado o código, se tiver introduzido um novo código, deverá carregar no botão 15 (figura 5), para que esse código seja transportado para a caixa de texto número 14.

Caso não se tenha apercebido, a caixa de texto número 13 é preenchida automaticamente.

As restantes caixas de texto, adjacentes à 13 e à 14, são de recolha de dados, inseridos manualmente, podendo, assim, editá-las. Essas caixas também só podem ser preenchidas com 4 caracteres numéricos. Cada caixa destas, depois de executada a ordem de gravação, irá criar um ficheiro “TXT e um “HTML”, independentes.

Por último, é necessário completar a adição de dados, nomeadamente, a “Finalidade”, a “QTD”, o “Material do Eléctrodo”, o “GAP” e o “Material a Erodir”. Estes campos já vêm predefinidos, mas neles podem ser introduzidos mais dados, (nestes campos) manualmente. Não existe nenhum impedimento, em termos de extensão e tipo de caracteres, para estes campos. O campo “Material do Eléctrodo” possui duas opções, “Grafite” e “Cobre”, e são os únicos materiais usados para o fabrico de eléctrodos, nesta empresa, não tendo, por isso, de escrever nada.

Se pretender escrever alguma observação, faça-o no campo “Observações”. No caso de o eléctrodo ser rodado, este campo será preenchido, automaticamente, aparecendo “Eléctrodo rodado XXX graus”. Apenas terá de alterar o “XXX” para os graus pretendidos.

Caso queira sair da aplicação neste ponto, poderá fazê-lo, mas aparecerá a seguinte janela de informação/decisão:

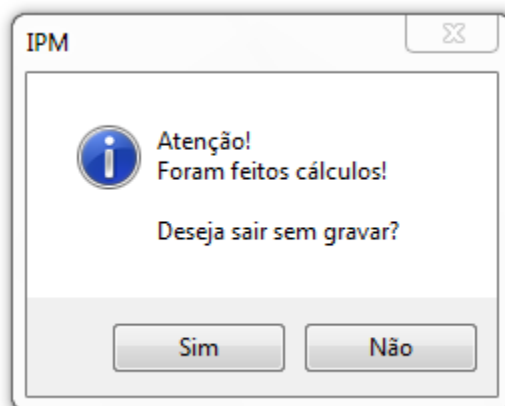


Figura 14. Janela de informação/decisão para sair da aplicação, após cálculos realizados.

Se optar por carregar em “Sim”, todos os registos feitos pela aplicação serão apagados e a aplicação termina. Se, caso contrário, optar por carregar em “Não”, a janela de informação desaparece e todas as modificações feitas até ao momento permanecem intactas.

Pode também querer fazer um “Reset\Refresh” neste ponto, em vez de sair da aplicação. Neste caso, a janela que aparecerá será esta:

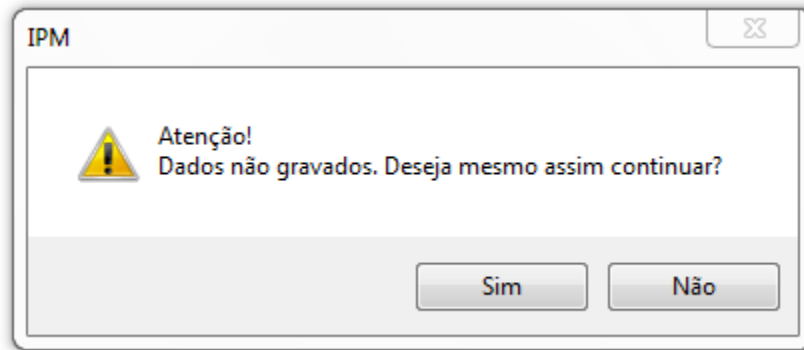


Figura 15. Janela de informação/decisão para "Refresh\Reset" da aplicação, após cálculos realizados.

Mais uma vez, se optar por carregar em "Sim", todos os registos feitos pela aplicação serão apagados e os campos preenchidos são limpos. Se, caso contrário, optar por carregar em "Não", a janela de informação desaparece e todos as modificações feitas, até ao momento, permanecem intactas.

Se, porventura, se esquecer de gravar e carregar no botão "Calcular", novamente, aparecer-lhe-á a seguinte janela:

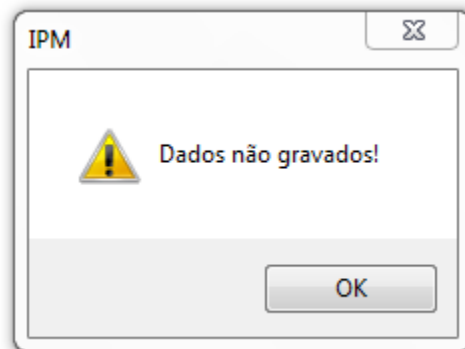


Figura 16. Janela de informação de dados não gravados.

Por fim, se realmente quiser gravar, basta carregar no botão de "Gravar". Após carregar no botão, aparecerá uma janela de informação deste tipo:

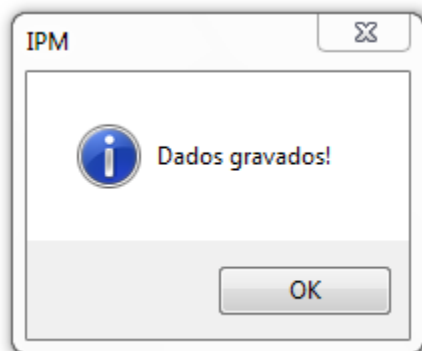


Figura 17. Janela de informação de dados gravados.

Depois de carregar em “OK”, a janela desaparece e os seus dados foram correctamente gravados. Para poder aceder às folhas HTML, basta procurá-las nos directórios que já foram mencionados na secção “Ficheiros”, deste relatório.

Sempre que os dados forem gravados, pode sair da aplicação ou fazer um “Reset\Refresh”, sem qualquer problema.

É aconselhável, depois de cada gravação, e se pretender efectuar mais cálculos, carregar no botão “Reset\Refresh”, para que a aplicação actualize os nomes dos planos de trabalho e volte a seleccionar as entidades que constituem o eléctrodo. Se não o fizer, poderá aparecer uma janela, como a que apresenta a figura 18.

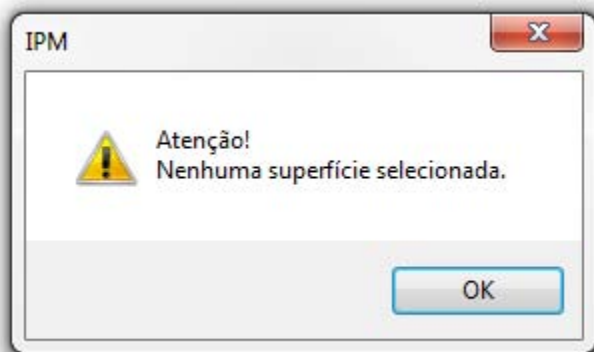


Figura 18. Janela de informação de nenhuma superfície seleccionada.

Basta carregar em “OK” e a janela desaparece, permitindo, assim, seleccionar as entidades que constituem o eléctrodo, de forma manual, no próprio PowerSHAPE, ou, de forma automática, carregando no botão “Reset\Refresh”.

### *Cálculo de “Macho, Cavidade, Movimento, Postiço,...”:*

No caso de querer fazer o cálculo para “Macho, Cavidade, Movimento, Postiço,...” as instruções são exactamente as mesmas que foram dadas para o cálculo de “Eléctrodos, apenas com algumas modificações.

Se seleccionar a opção “Macho, Cavidade, Movimento, Postiço,...”, irá notar que os campos “Código do Eléctrodo” e “Código do Simétrico” desaparecem, a opção “ESQ+DIR” é bloqueada e os campos do “Centramento”, nomeadamente, o “X”, “Y” e “Z” estão, agora, desbloqueados.

Nesta opção, apenas aparece um campo para inserir o plano de trabalho, neste caso, o plano de trabalho de referência.

Antes de carregar no botão “Calcular”, deverá preencher os campos presentes em “Centramento”. Se isso não acontecer, aparecerá uma janela deste tipo:

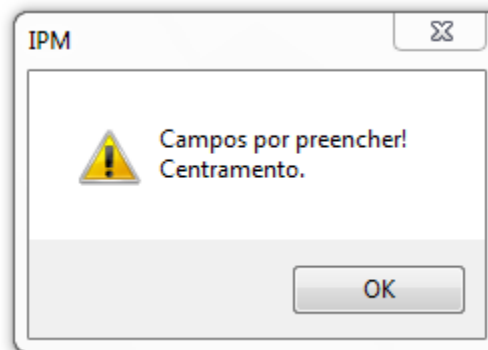


Figura 19. Janela de informação de campos por preencher.

Para ter uma visão mais generalista de como funciona a aplicação, pode, sempre, consultar o fluxograma que se encontra na secção de “Anexos”, Anexo A.

---

## 4.4 Erros

Se detectar algum erro na execução da aplicação, primeiro, verifique se fez tudo tal e qual como é descrito, na secção imediatamente acima.

Se não, reinicie a aplicação e volte a tentar. Se, mesmo assim, o problema subsistir, por favor, descreva o erro, detalhadamente, para o seguinte e-mail:

[mailto:bras\\_eduardo@msn.com](mailto:bras_eduardo@msn.com)

---

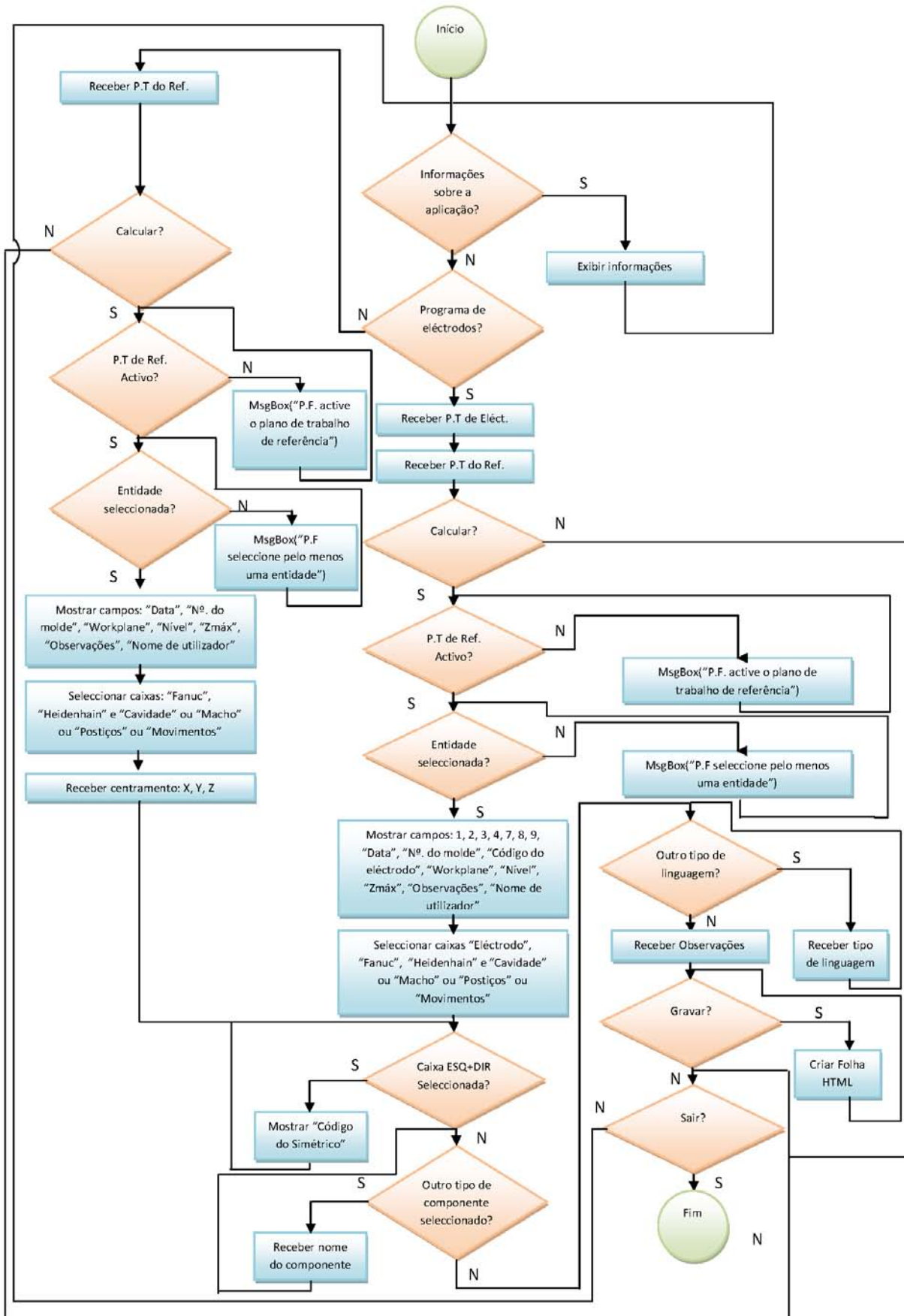
## 4.5 Código Visual Basic e HTML

Tanto o código Visual Basic, como HTML, encontram-se na posse da pessoa responsável pela área da programação e estão devidamente comentados para que qualquer outra pessoa, que entenda de Visual Basic, possa compreender o que cada rotina e sub-rotina representam.

---

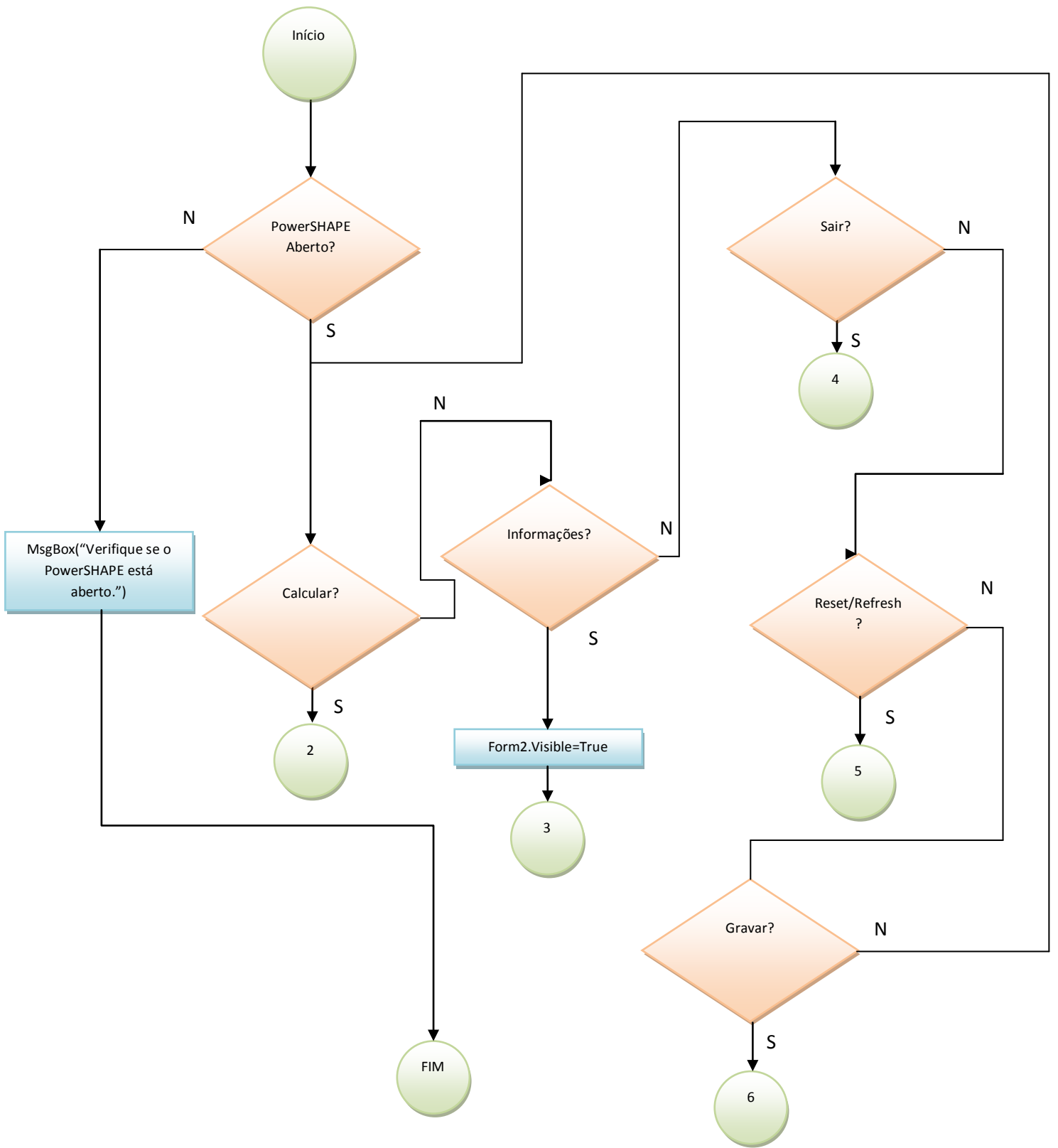
## 5 Anexos

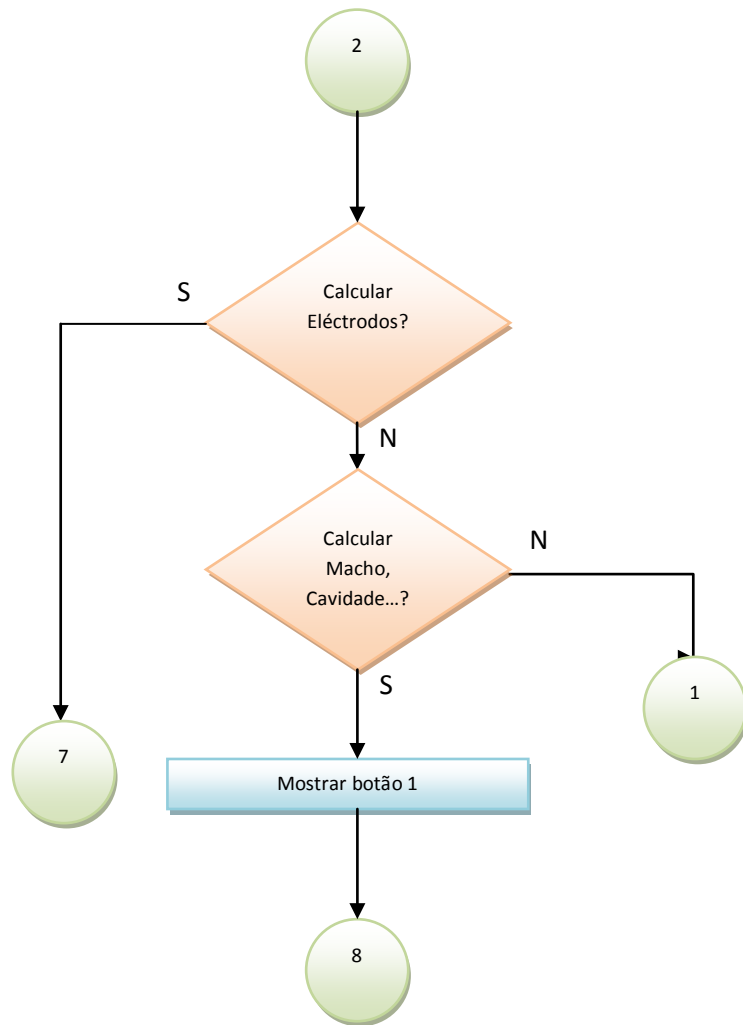
# 5.1 Anexo A

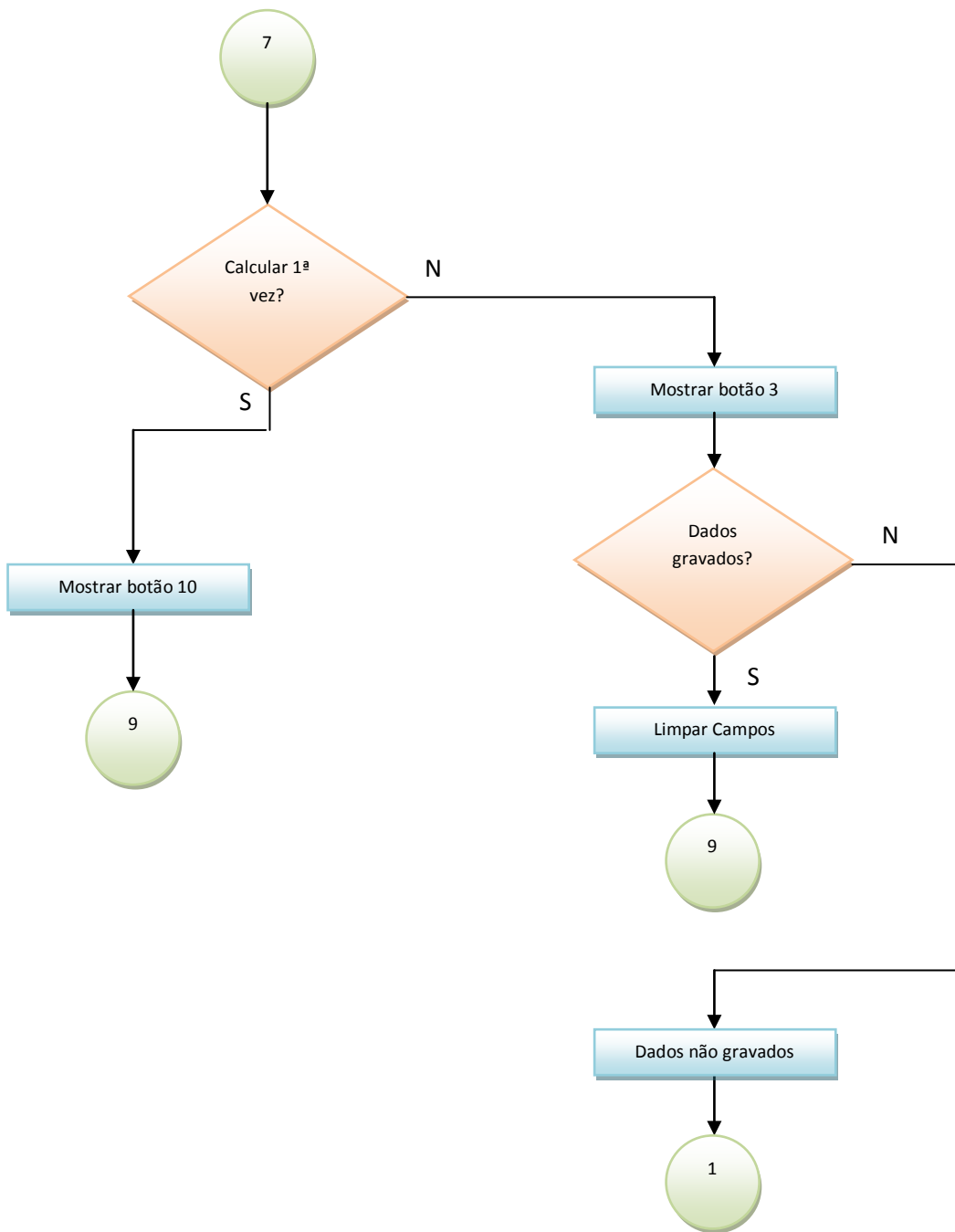


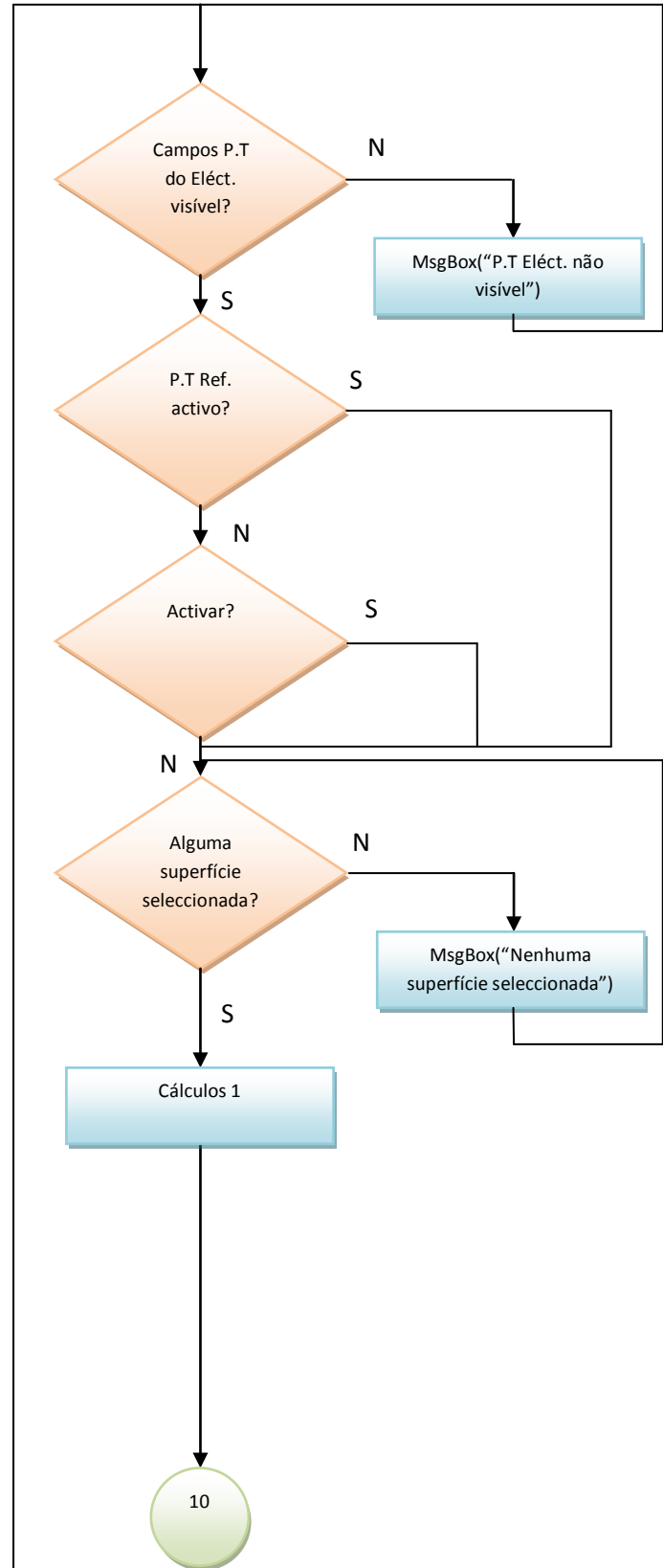
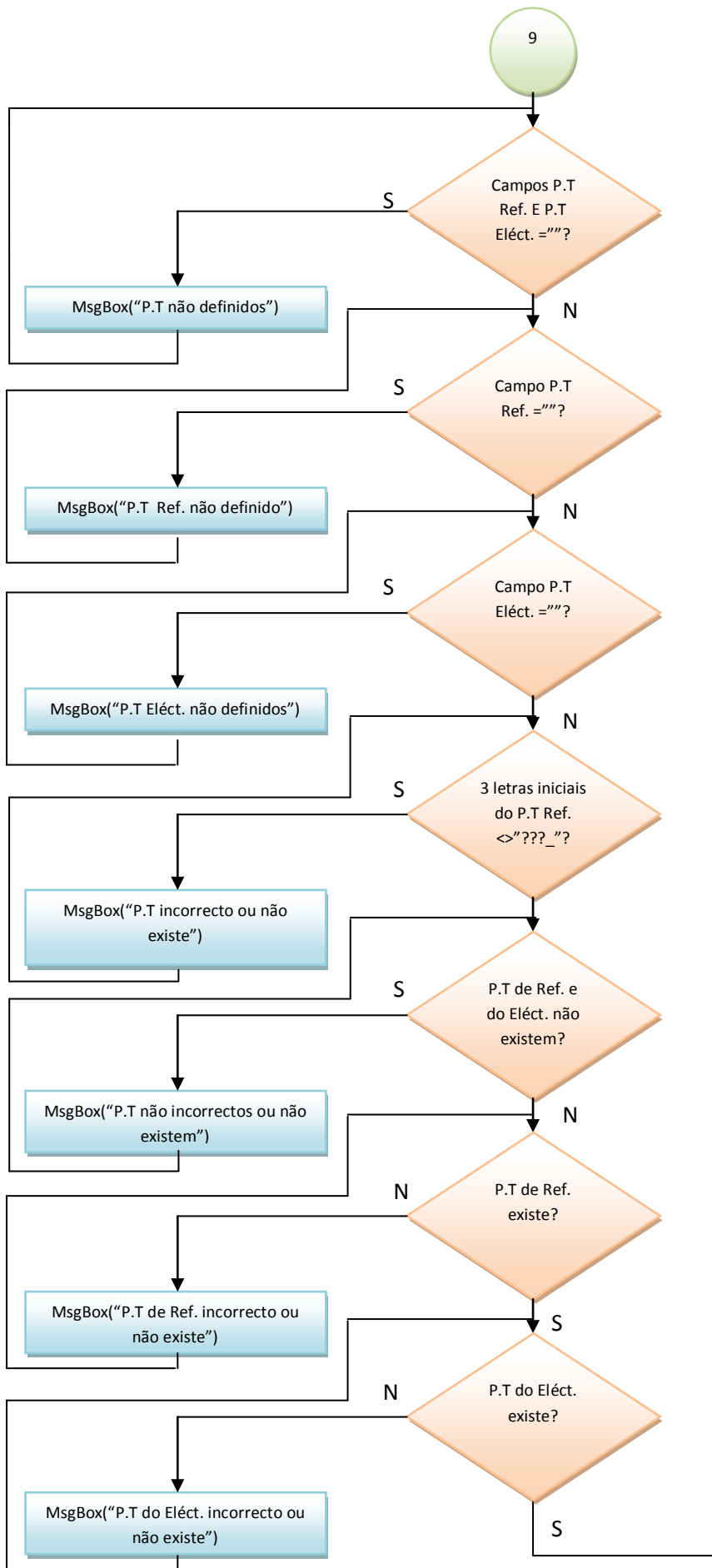


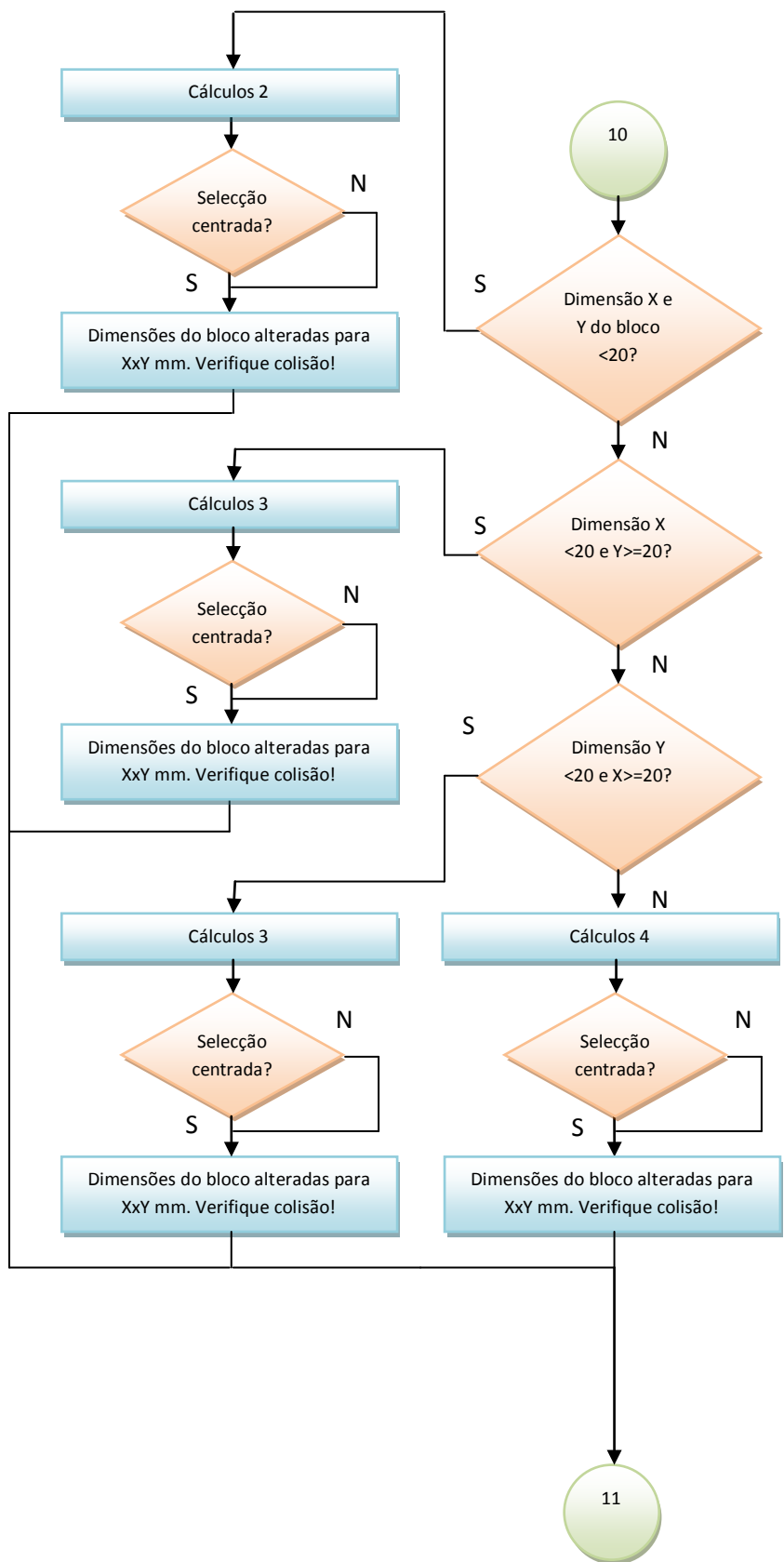
## Anexo E

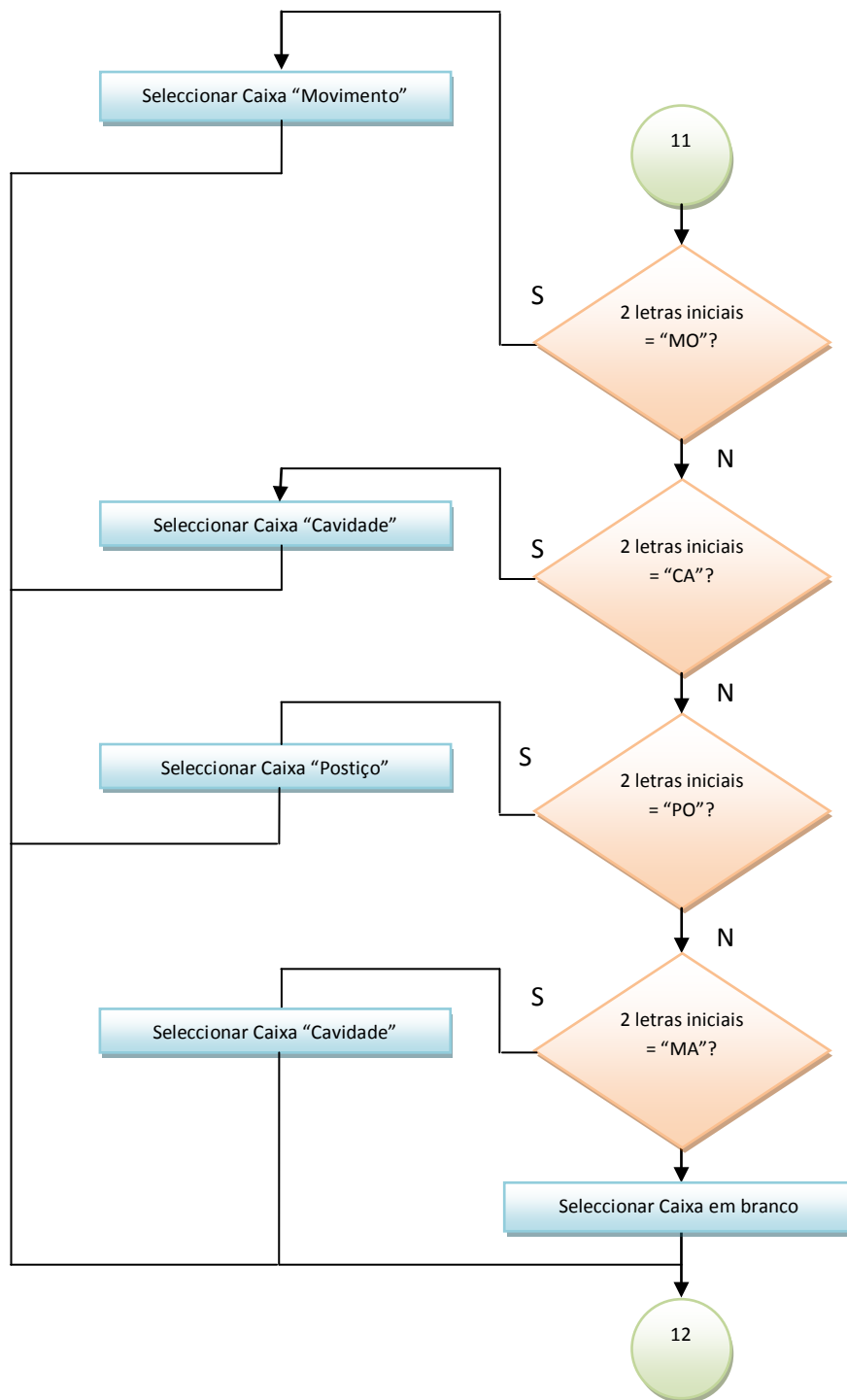


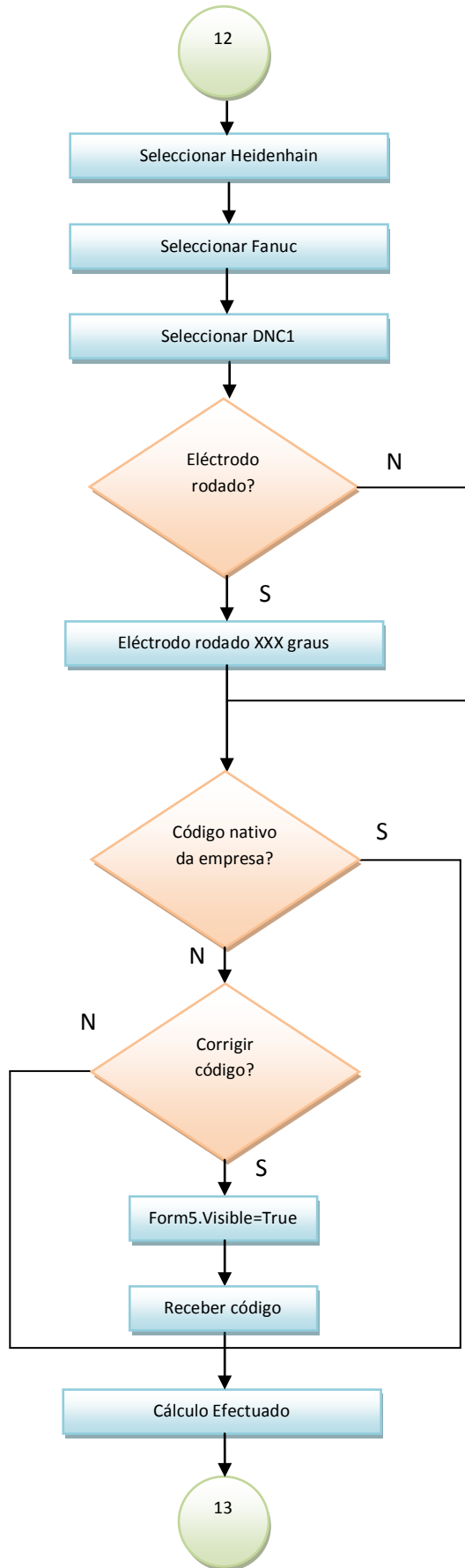


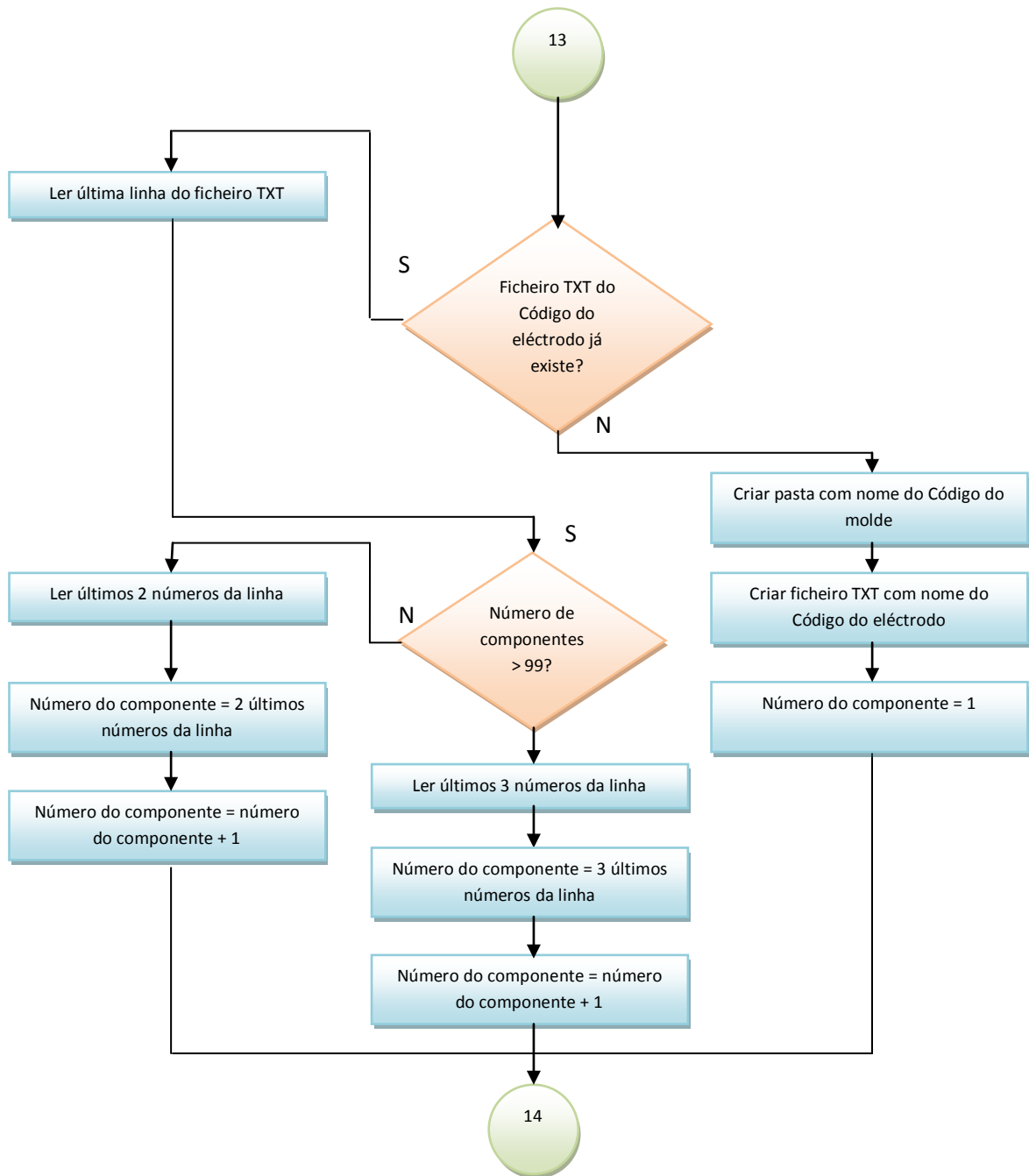


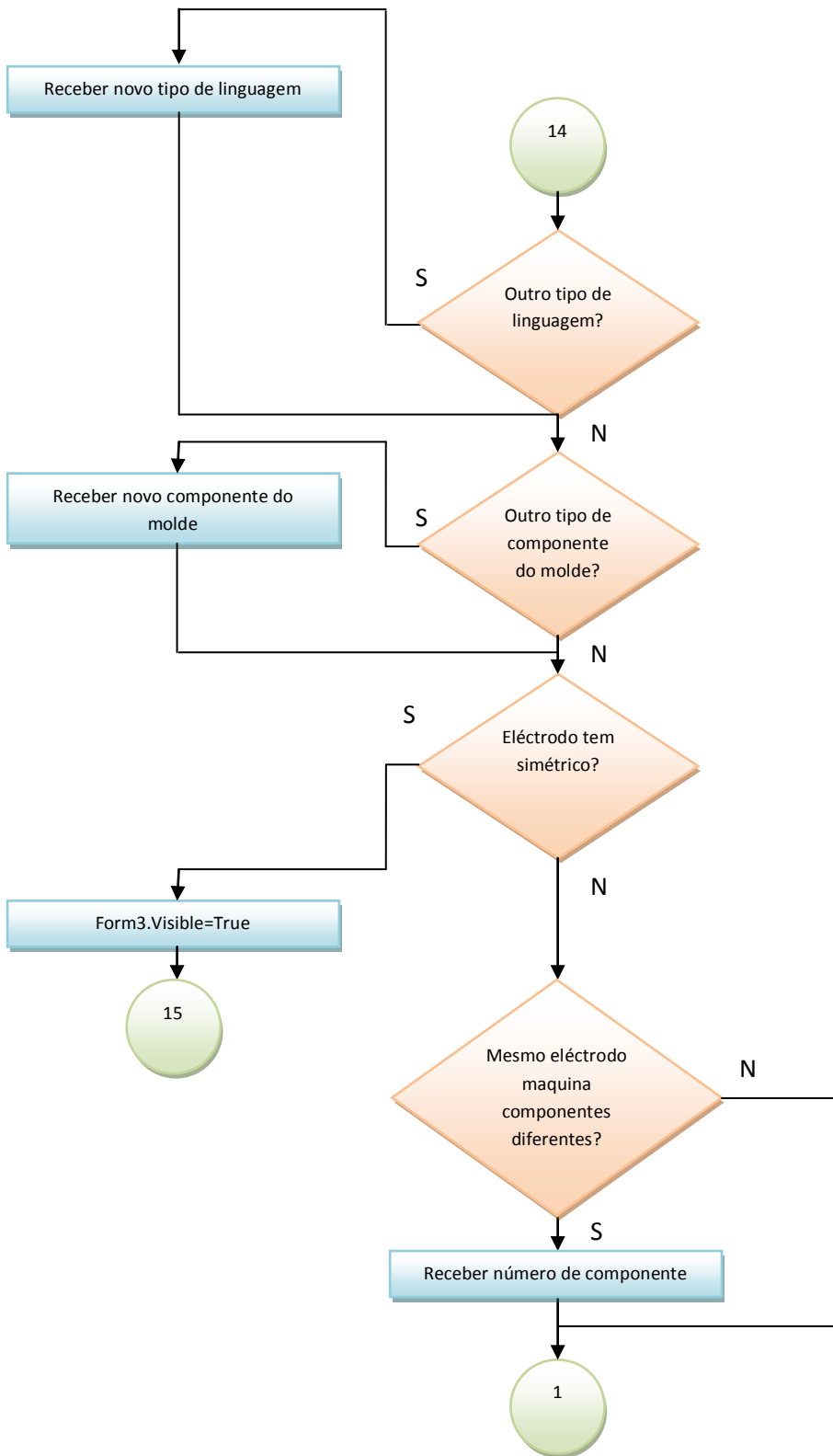


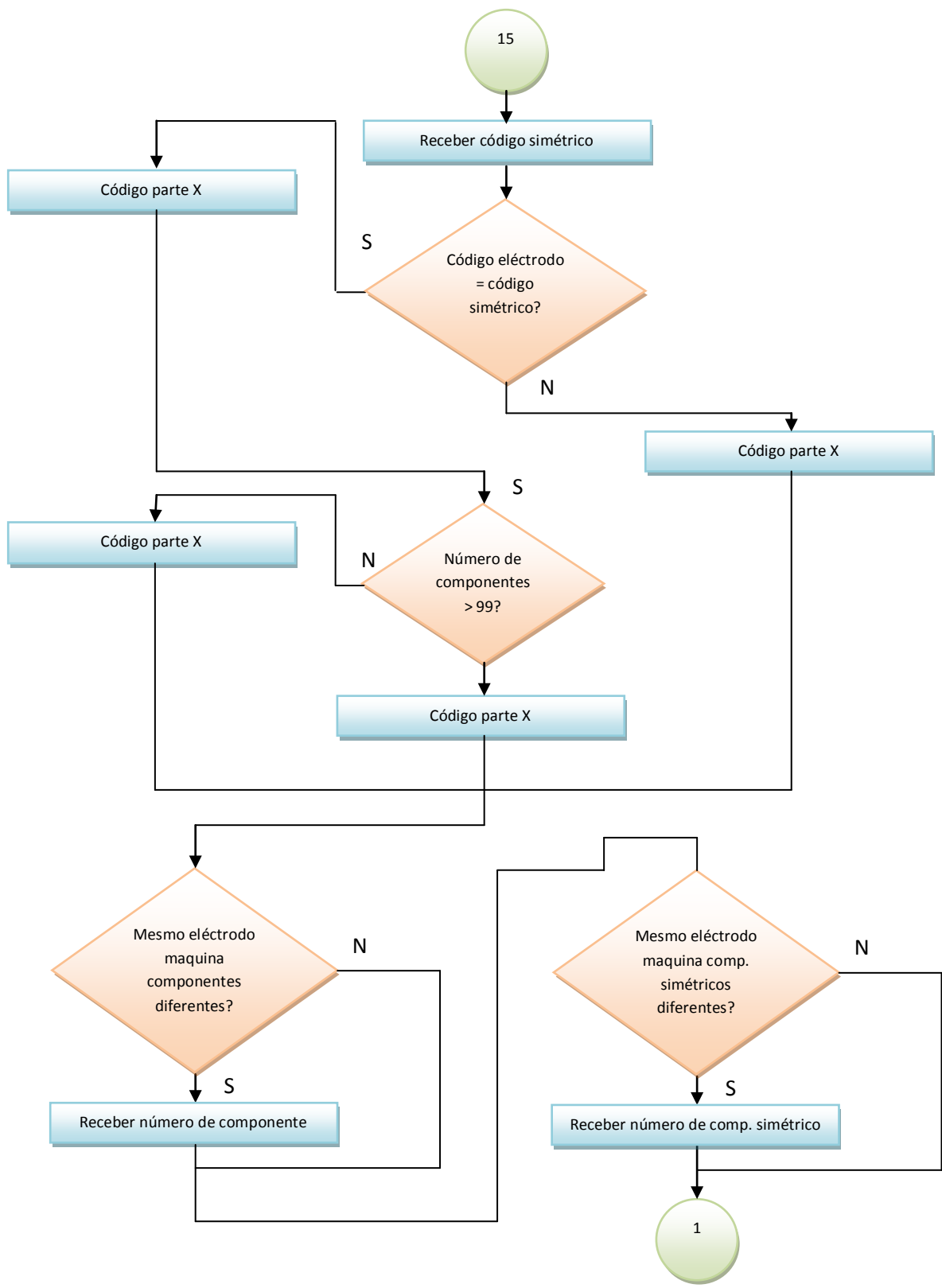


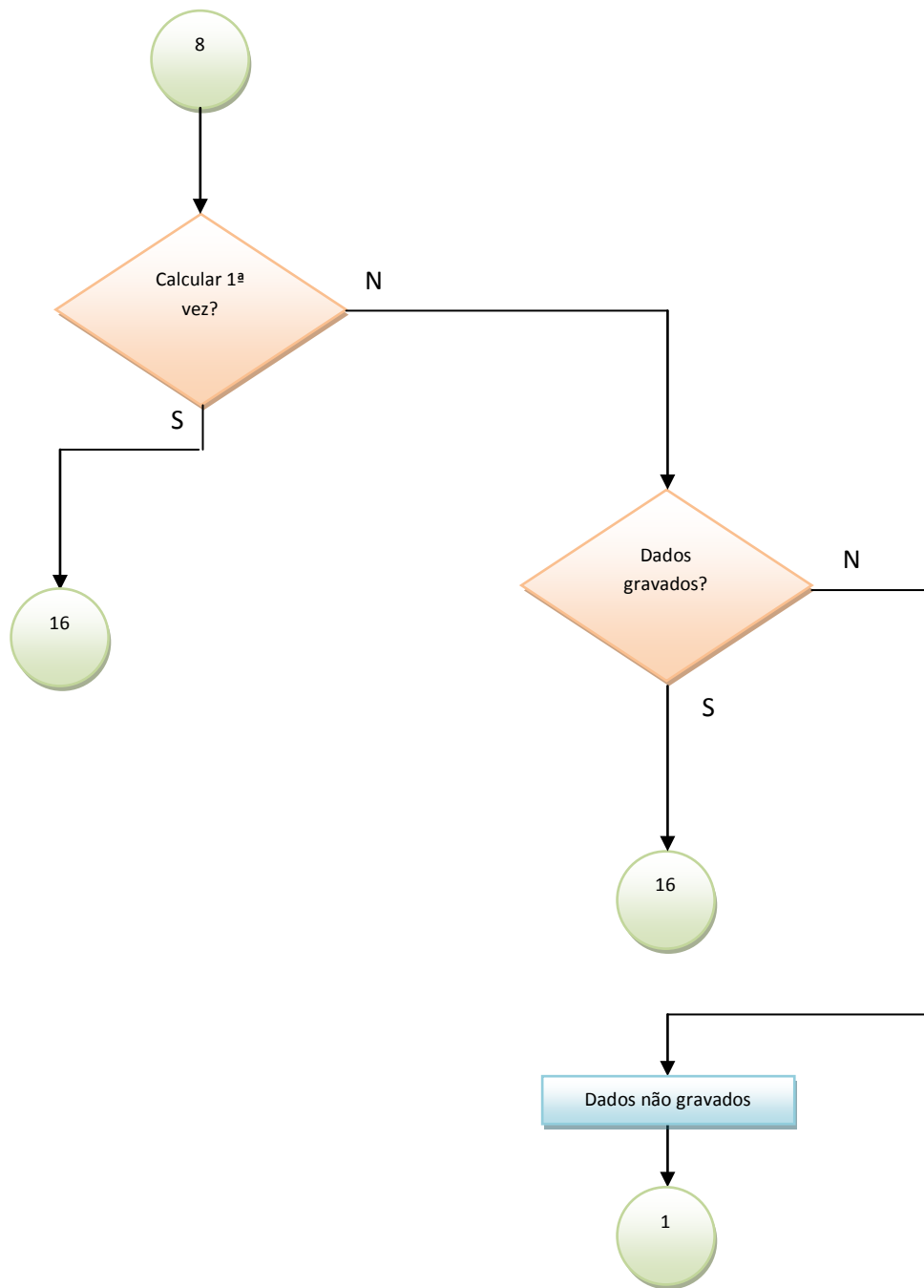


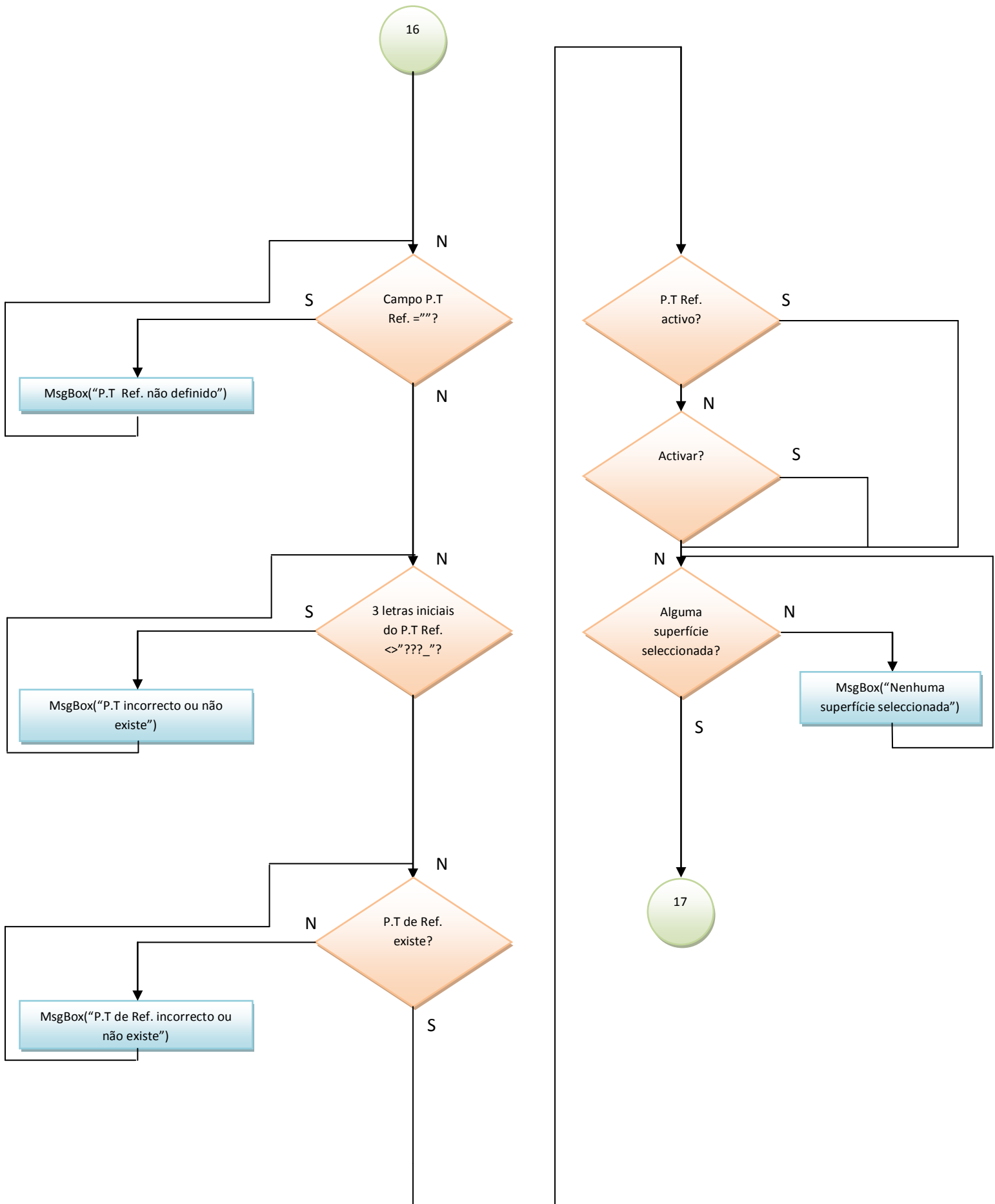


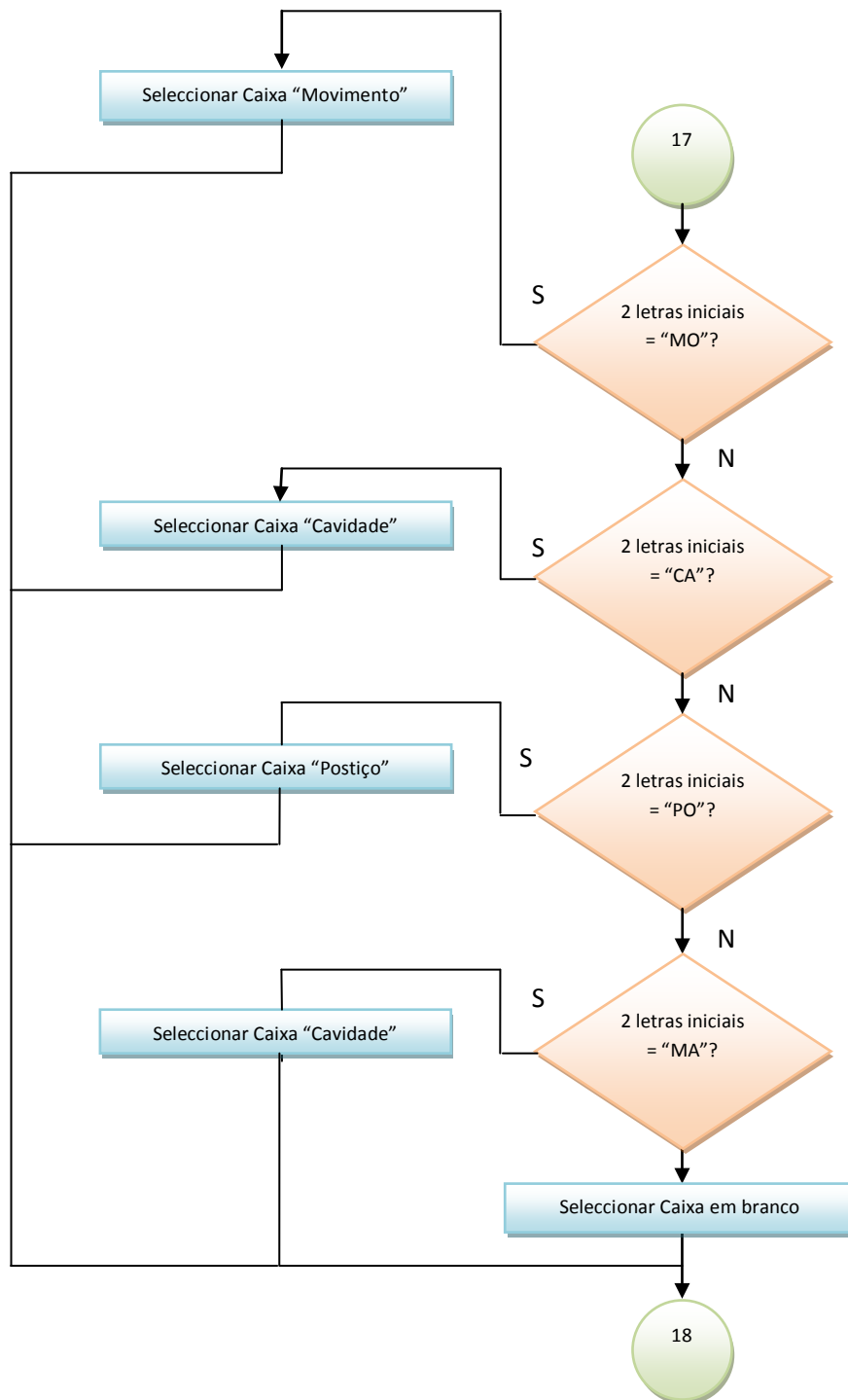


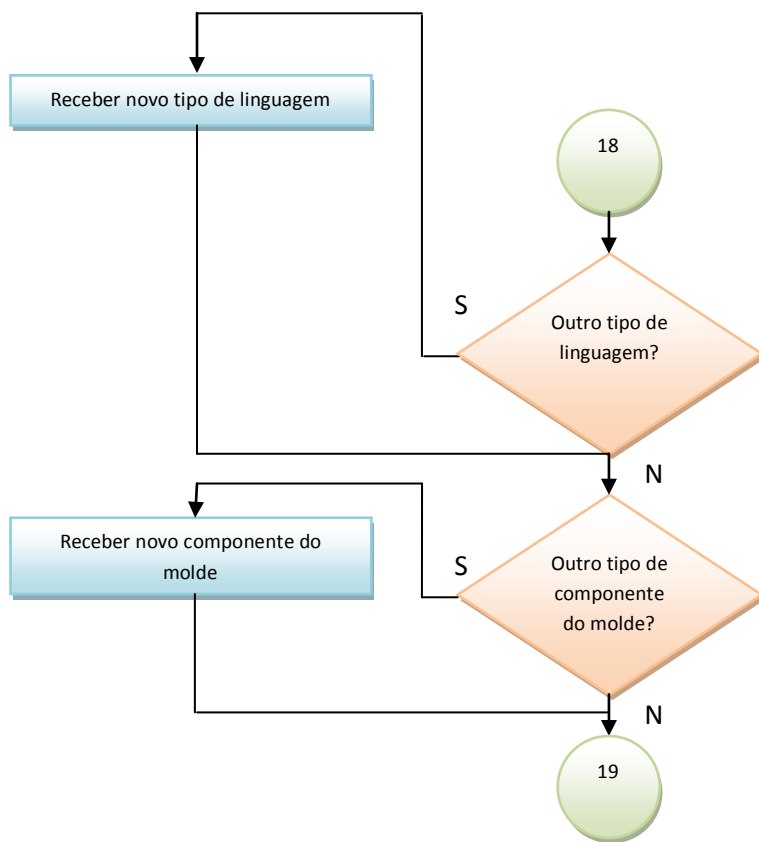


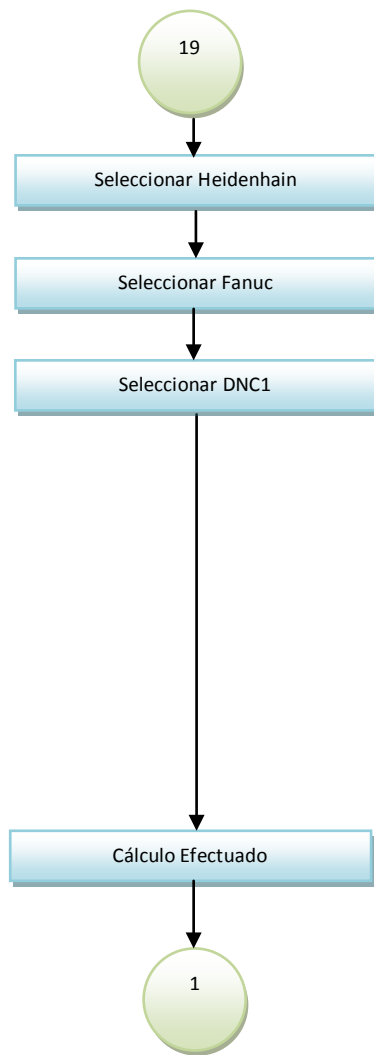


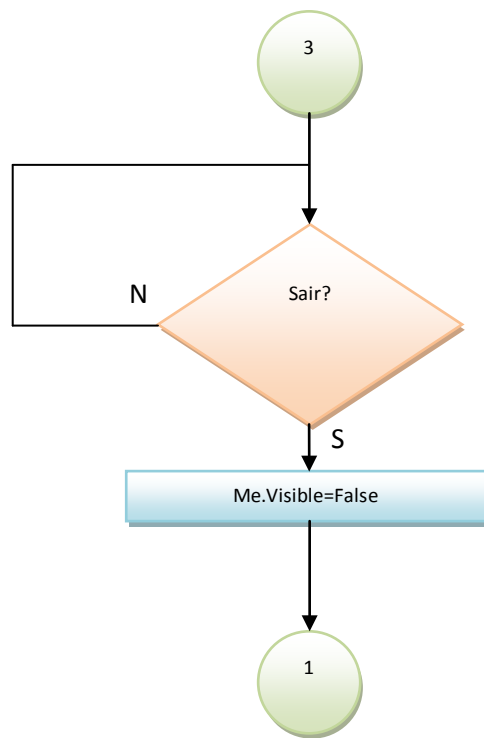


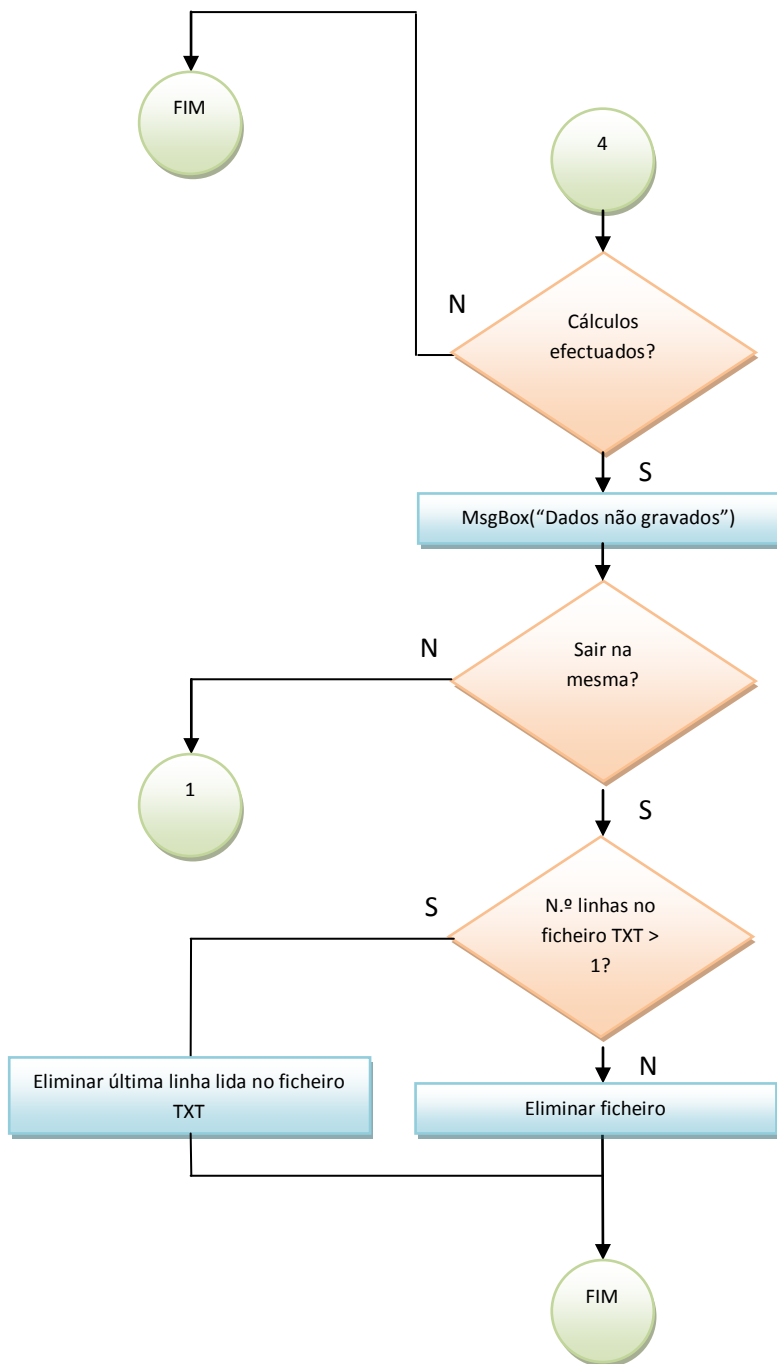


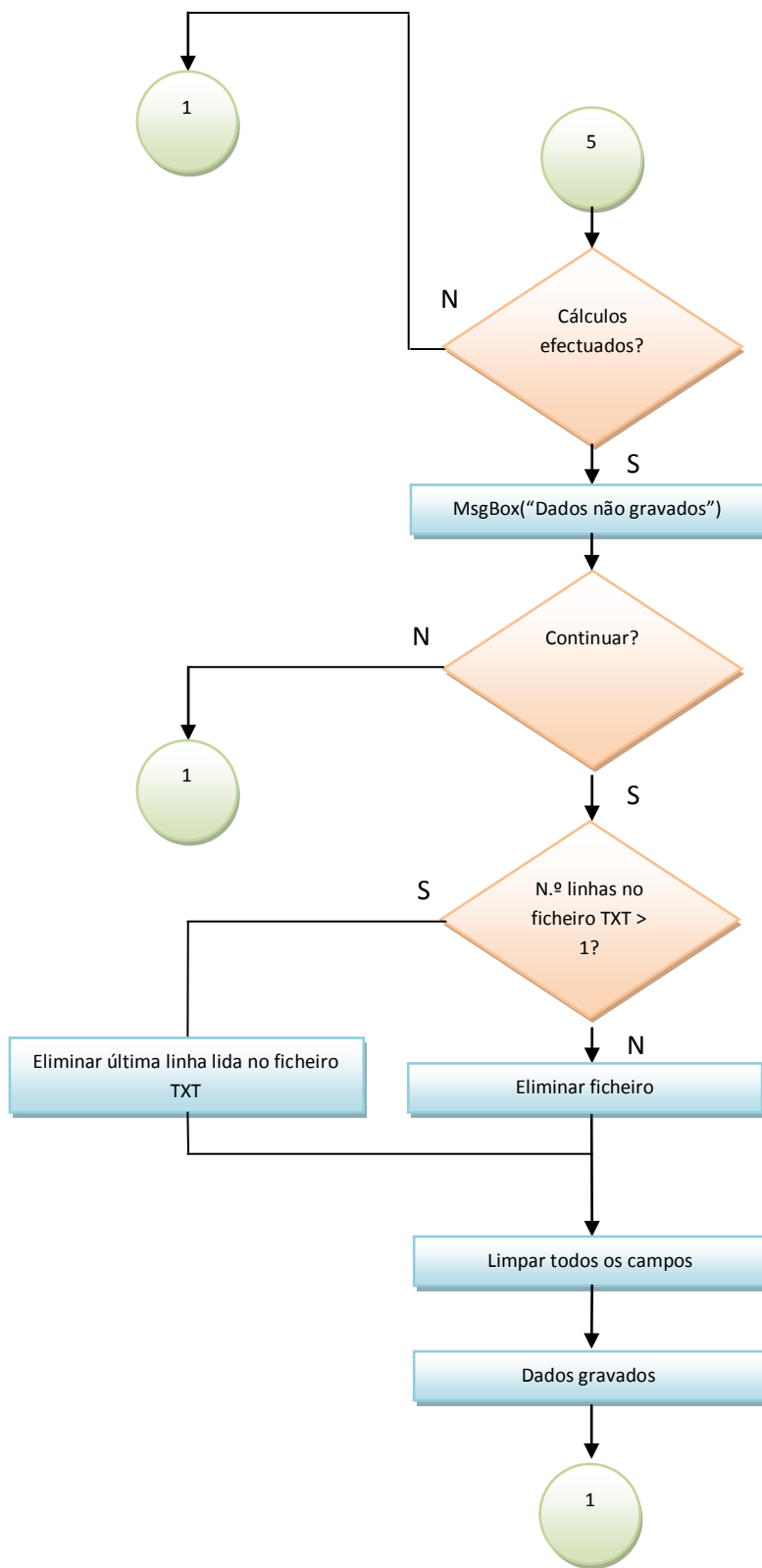


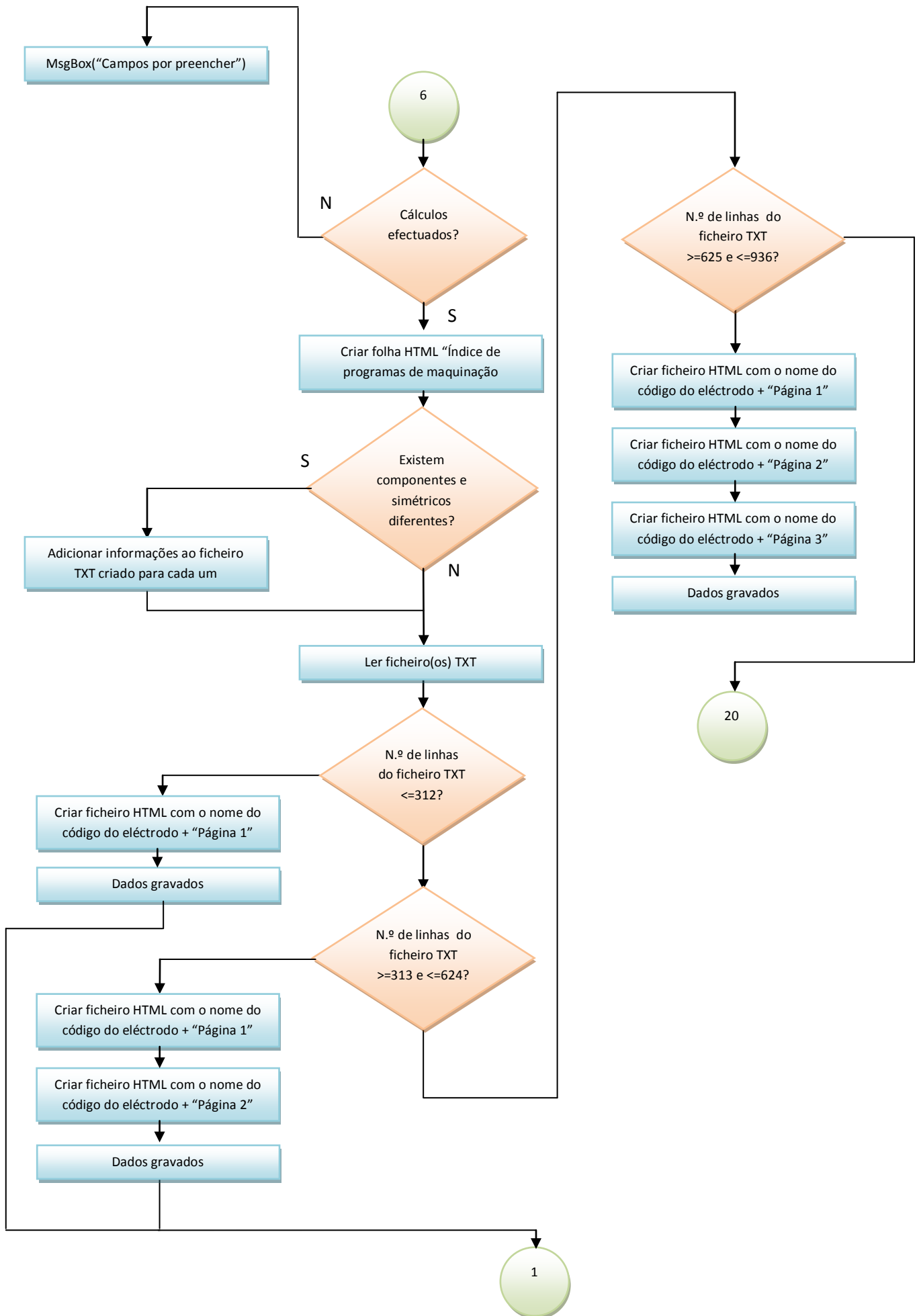


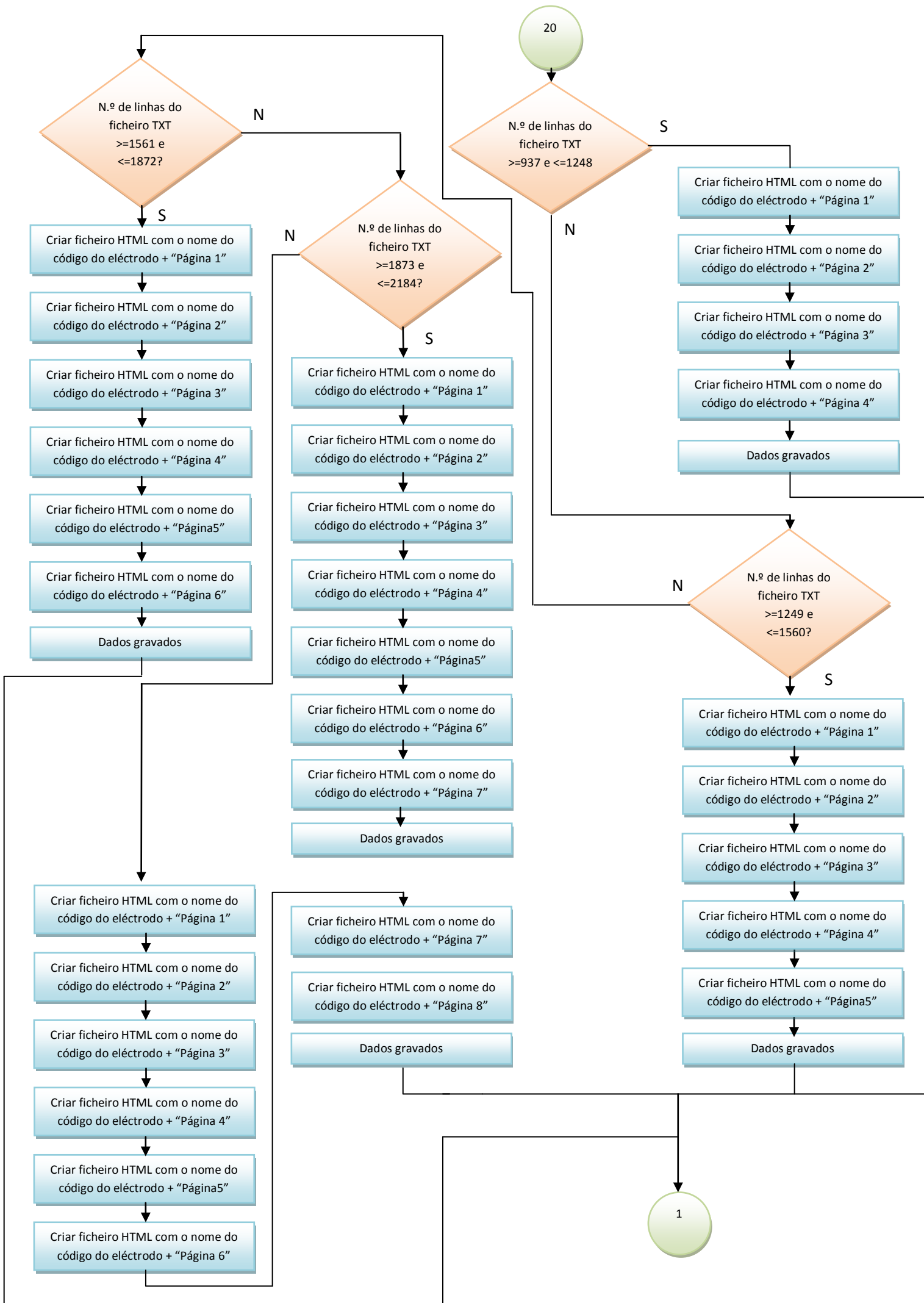












Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de  
Engenharia

**AZ**  
**Azemoldes**  
moldes de azeméis lda.

