



GUIA
PROTOTIPAGEM

FICHA TÉCNICA

PROJETO

Novo Rumo a Norte

ENTIDADE BENEFICIÁRIA

AEP – Associação Empresarial de Portugal

COORDENAÇÃO NOVO RUMO A NORTE

Paula Silvestre

EXECUÇÃO E COORDENAÇÃO TEMÁTICA

ANJE – Associação Nacional de Jovens Empresários

COLABORAÇÃO

Adriano Fidalgo

COMUNICAÇÃO

Mónica Neto e André Costa

DESIGN

Creative Lemons

PROPRIEDADE

AEP – Associação Empresarial de Portugal,
Câmara do Comércio e Indústria

DATA

Junho 2017

ÍNDICE

01.

Prototipagem

02.

**Prototipagem com Enfoque
em Engenharia de Software**

03.

Prototipagem Rápida

PROTOTIPAGEM

A HISTÓRIA E COMO SURTIU

A **PROTOTIPAGEM** foi criada nos anos 80 e é vulgarmente designada como a réplica de um determinado objeto, construído através de uma moldagem direta, com materiais específicos para esse fim. A primeira impressora 3D a funcionar foi inventada por Chuck Hull, cidadão norte americano do estado da Califórnia, em 1984. Mais tarde, Chuck Hull fundou a 3D Systems Corp., patenteando a sua criação e diversas formas de impressão, de forma a iniciar a comercialização da tecnologia.

MODELOS DE IMPRESSORAS 3D

SD 300

O modelo da empresa Solidimension representou um importante avanço tecnológico. Esta impressora 3D foi a primeira a ser usada em desktop.

SPECTRUM 510

A primeira impressora 3D capaz de produzir objetos coloridos em alta definição.

CONNEX 500

Impressora 3D que inovou ao permitir a impressão de objetos utilizando dois materiais diferentes.

IBOX NANO

Impressora que pesa apenas um quilograma e pode ser transportada numa mochila, contando com uma bateria com autonomia de 10 horas. O custo médio do equipamento ronda os 300 dólares.

3D MULTI JET FUSION

O equipamento utiliza um sistema novo de produção, sendo possível produzir três objetos em simultâneo. A capacidade de resposta aumentou com este equipamento que se encontra disponível no mercado desde 2016.

DEFINIÇÃO DE PROTÓTIPOS

Protótipos são modelos construídos para simular a aparência e a funcionalidade de um produto em desenvolvimento. Um protótipo é uma representação da interface com a qual o utilizador pode interagir e oferece informações para propor mudanças e melhorias.

UM PROTÓTIPO PODE SER:

- 1** Um pequeno guia para o utilizador
- 2** Uma simulação em papel
- 3** Uma simulação usando o próprio computador a partir de uma ferramenta de prototipagem;
- 4** Uma versão inicial do programa;
- 5** O sistema a ser substituído em funcionamento.

Através dos protótipos, os futuros utilizadores do software e developers, podem interagir, avaliar, alterar e aprovar as características mais marcantes da interface e da funcionalidade da aplicação. Ao desenvolver um protótipo não é necessário representar toda a funcionalidade do produto, sendo que se pretende apenas que esteja devidamente representada a funcionalidade que atenda aos objetivos do teste ou da avaliação.

TIPOLOGIA DE PROTOTIPAGEM

PROTOTIPAGEM HORIZONTAL

- 01.** Apresenta toda a funcionalidade do nível mais alto
- 02.** Permite testar a organização geral do sistema
- 03.** Representa a página inicial com todas as chamadas principais, com cada link ligado a, pelo menos, uma página
- 04.** Permite testar o nível de compreensão das categorias principais

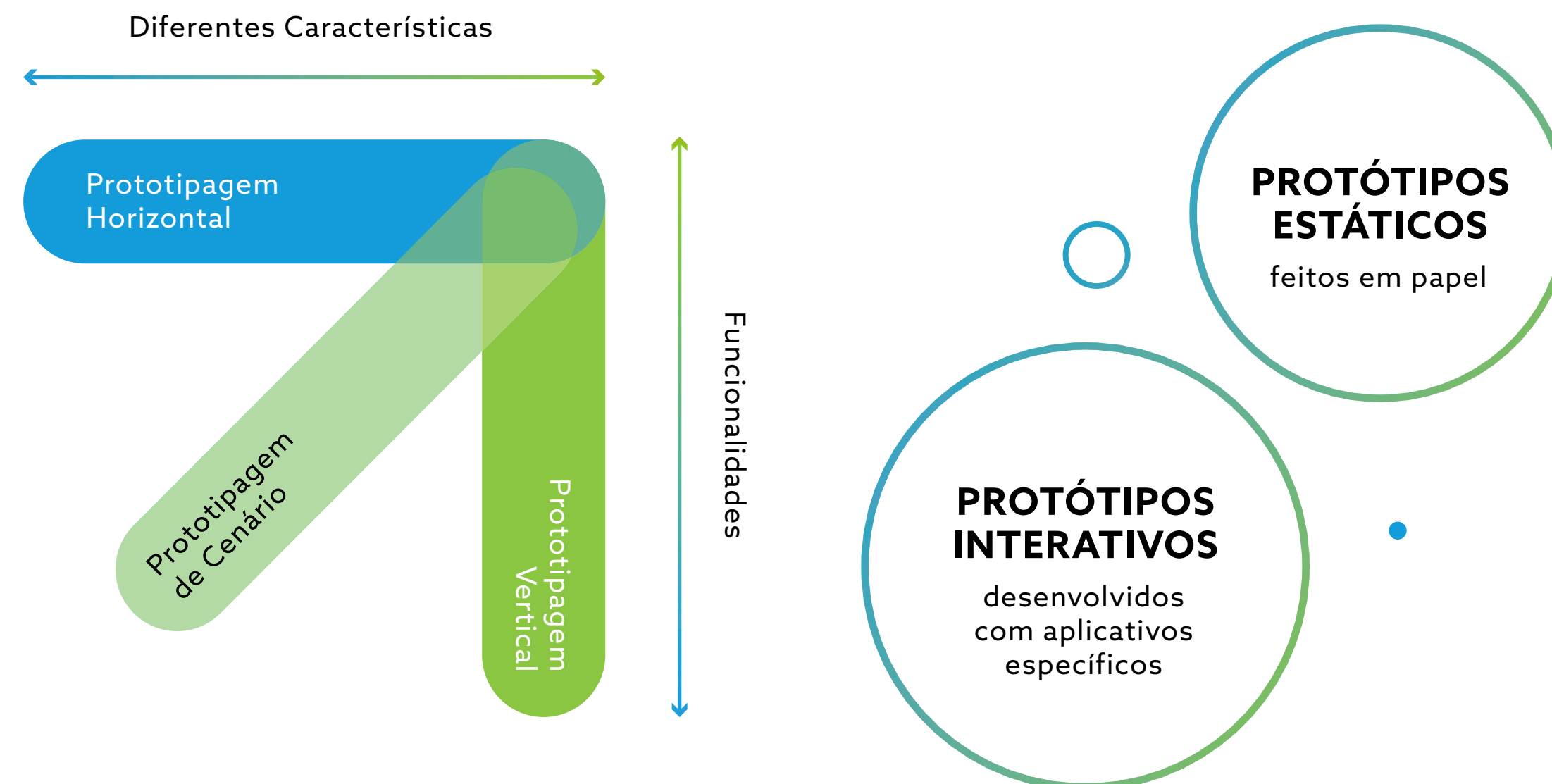
PROTOTIPAGEM VERTICAL

Representa uma pequena área do projeto com profundidade de interações e funcionalidades, sendo uma prototipagem usada para avaliar o modelo de interação de uma área do projeto.

- 01.** Permite verificar como o utilizador se desloca pelos níveis da hierarquia
- 02.** Representa a funcionalidade do sistema num grupo de atividades específico
- 03.** Permite que o utilizador intervenha em níveis aprofundados
- 04.** Apenas um pequeno número de caminhos é implementado totalmente

PROTOTIPAGEM DE CENÁRIO

- 01.** É uma tipologia orientada à tarefa
- 02.** Em teste, devem ser estabelecidas três tarefas importantes e planeadas que exponham a funcionalidade
- 03.** É o formato ideal para avaliar a usabilidade, pois o tamanho limitado facilita a alteração de acordo com o feedback dos utilizadores



DIMENSÕES DE FIDELIDADE DOS MODELOS

- 01. Nível de detalhe**

A quantidade de detalhes que o modelo suporta
- 02. Grau de funcionalidade**

A extensão na qual os detalhes de operação são completos
- 03. Similaridade de interação**

O grau de aproximação entre as interações do modelo e as interações do produto final
- 04. Detalhe estético**

O realismo do modelo apresentado

PROTOTIPAGEM DE FIDELIDADE BAIXA

Apresenta funcionalidade apenas visualmente

Não é exibido no mesmo suporte que o produto final

Não possui recursos de interação

O nível do detalhe é baixo

É composto por representação das telas em papel

É útil para avaliar soluções na fase inicial de desenvolvimento do projeto de interface

Não exibe, necessariamente, o aspecto visual definitivo

É útil para resolver problemas de hierarquia de menus

O protótipo pode ser executado num programa desenhado para a criação ou edição de imagens, sem que exista preocupação com o conteúdo, podendo mesmo o texto ser simulado. O objetivo, neste caso, é apenas definir a localização do conteúdo.

Assim, os protótipos de fidelidade baixa são aqueles que não se assemelham com o produto final, servindo apenas os propósitos de exploração e teste na fase inicial de desenvolvimento do sistema. Simples, barata e de fácil produção e alteração, esta tipologia de protótipo pode ser assumida como o primeiro passo no caminho para chegar ao produto final.



ASPETOS POSITIVOS

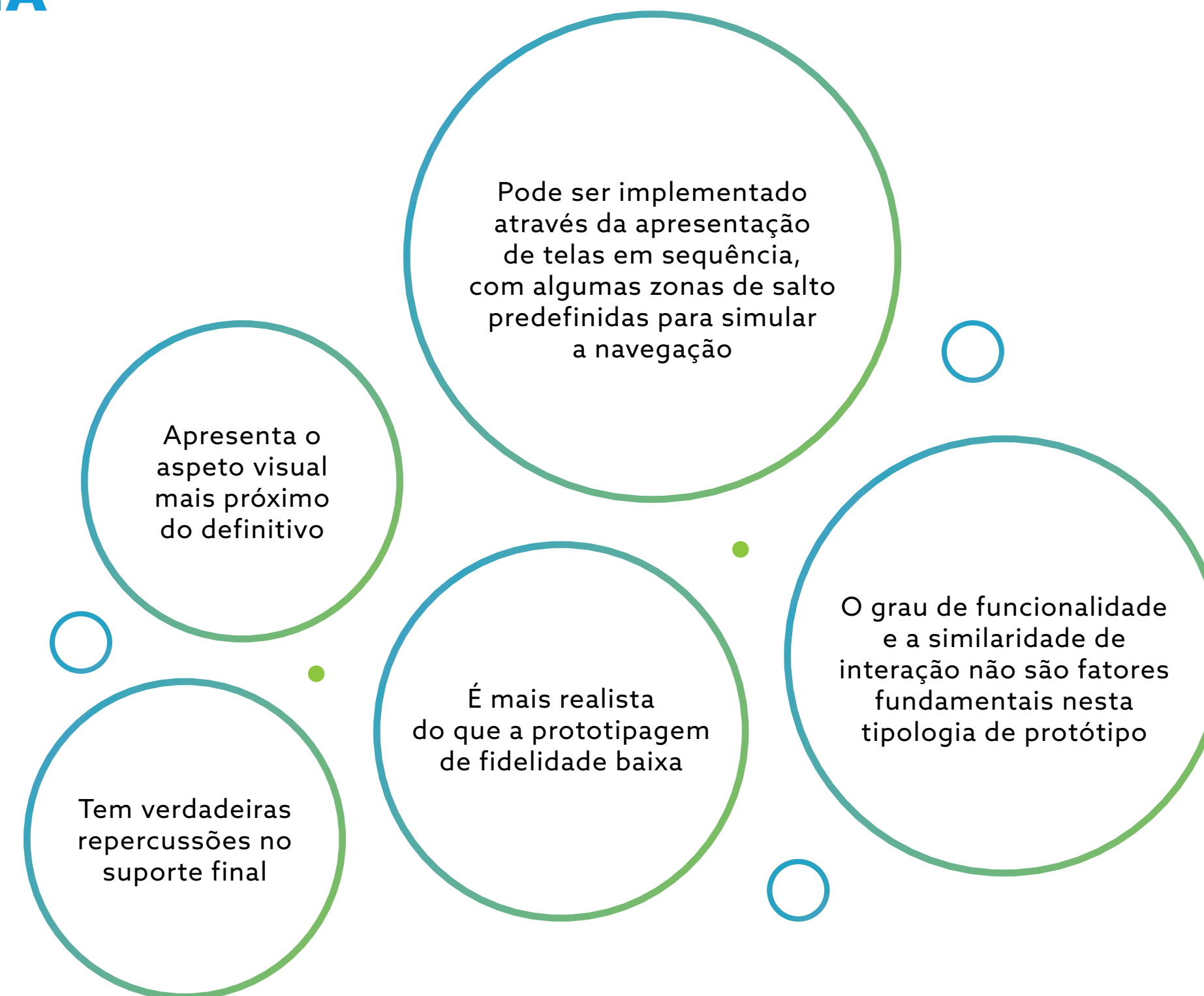
- Custos Reduzidos;
- Menor tempo de desenvolvimento;
- Eficiente para recolha de requisitos de interface;
- Eficiente e facilitadora de múltiplos testes de opções de design.



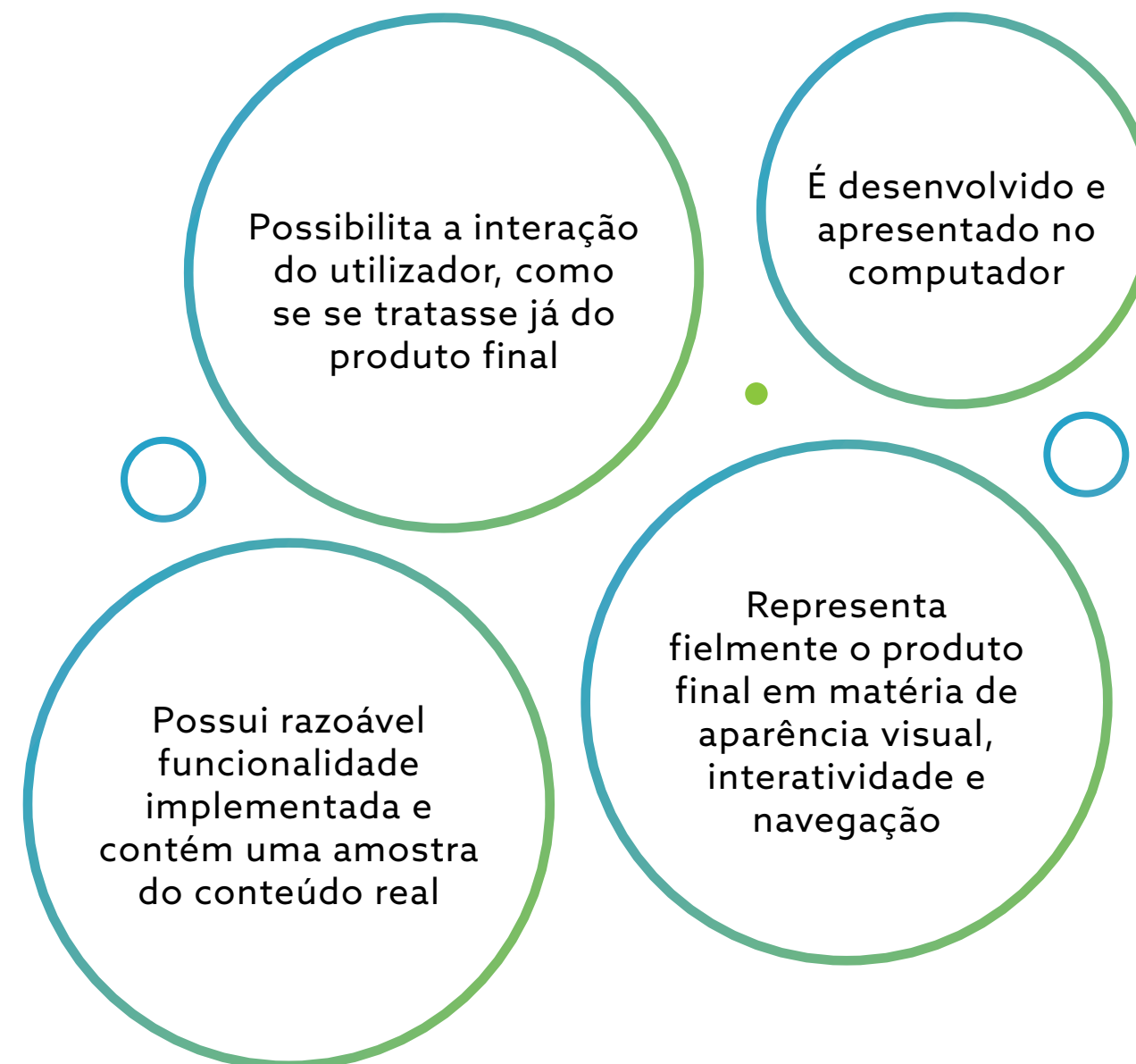
ASPETOS NEGATIVOS

- Reduzida utilidade após a definição do documento de requisitos;
- Definição incompleta (ou limitada) do esquema de navegação;
- Verificação limitada de erros;
- Especificação pobre para codificação;
- Utilidade limitada para testes de usabilidade.

PROTOTIPAGEM DE FIDELIDADE MÉDIA



PROTOTIPAGEM DE FIDELIDADE ALTA



Os protótipos de alta fidelidade são aqueles que mais se assemelham com o produto final, utilizando, para tanto, as mesmas técnicas e os materiais que o sistema final. Esta é a tipologia de protótipos mais indicada quando os objetivos são a venda do sistema ou o teste de problemas técnicos. O protótipo ainda deve ter funcionalidades limitadas e os requisitos não funcionais, normalmente, não estão implementados.



ASPETOS POSITIVOS

- Possui funcionalidades semelhantes às do sistema final;
- Permite a definição completa do esquema de navegação;
- Permite obter um elevado grau de interatividade com os utilizadores;
- Permite a exploração e o teste de diversos cenários com um elevado grau de realismo;
- O protótipo é um documento de requisitos;
- Facilita a venda da ideia do sistema final.



ASPETOS NEGATIVOS

- Custos elevados de desenvolvimento;
- Longo período de desenvolvimento;
- Pode elevar em demasia as expectativas dos utilizadores;
- Não serve para designar requisitos, pois os mesmos já estão incluídos no protótipo.

ETAPAS DO PROCESSO DE PROTOTIPAGEM

- 1** Desenvolvimento do plano de prototipagem
- 2** Definição das funcionalidades no protótipo
- 3** Desenvolvimento do protótipo
- 4** Entrega e avaliação do protótipo

Com base nos resultados da avaliação, as quatro etapas podem ser repetidas ciclicamente até que o resultado desejado seja alcançado



PADRÕES DE PROJETO DE TELAS

Asseguram consistência e simplicidade, contribuindo para a facilidade de aprendizagem, a memorização e a usabilidade do produto.

O uso de padrões reduz tempo e despesas, tanto no desenvolvimento como na manutenção, uma vez que fornece código reutilizável para os developers do produto.

Os seguintes elementos podem ser padronizados:

- Utilização dos menus;
- Posicionamento e formato padrão dos componentes da tela;
- Terminologia;
- Utilização da cor;
- Utilização de tipografia e estilos;
- Interações de dispositivos de apontamento e atalhos do teclado;
- Tipo, localização, formato e linguagem de mensagens e instruções.

TIPOS DE PROTOTIPAGEM

01. Prototipagem em Papel

Utiliza meios físicos (papéis, cartolina e papelão) para a criação de objetos que vão revelar a forma do objeto final desejado.

02. Wireframe

É o documento que apresenta a estrutura e o conteúdo da interface, indicando o peso e relevância de cada elemento do layout, bem como a sua relação com os demais elementos que constituem a composição.

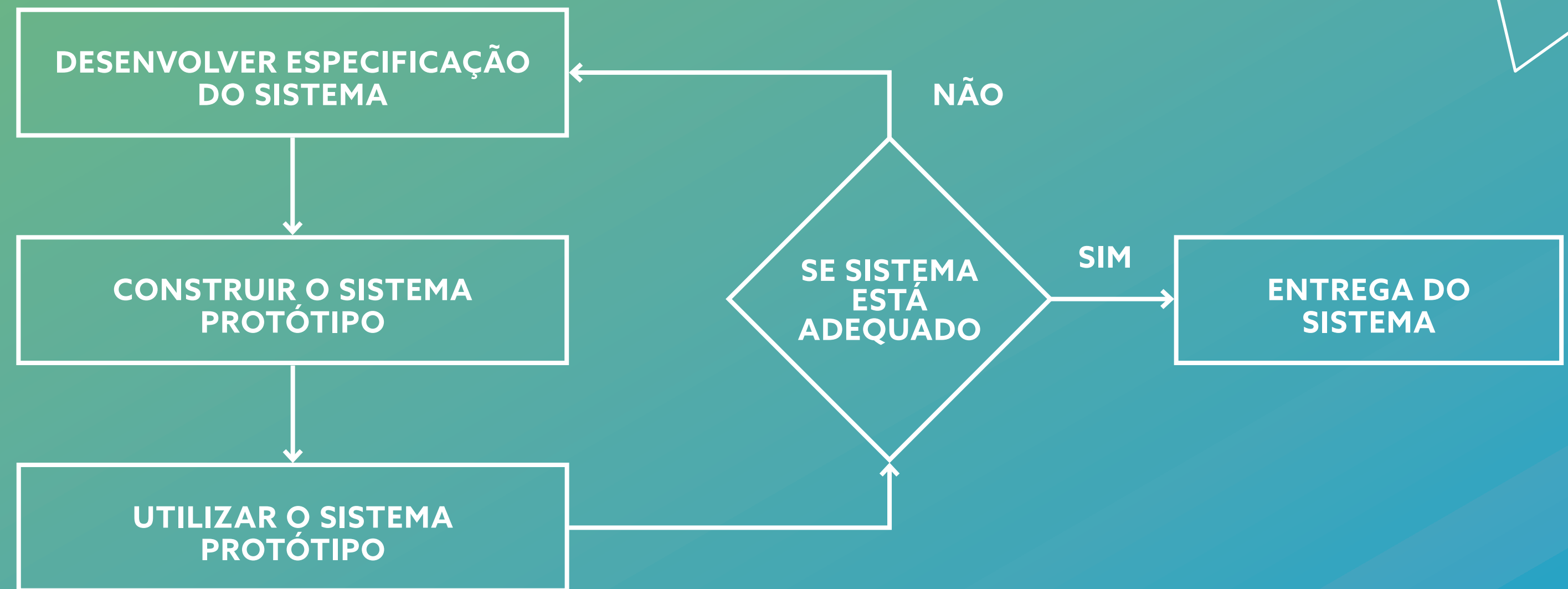
03. Mock-up

O mock-up é uma peça do tamanho real ou exagerado do produto, que apresenta o fluxo de interação. Este instrumento inclui ainda elementos como botões e menus, possibilitando ao utilizador interagir com a interface.

PROTOTIPAGEM COM ENFOQUE EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

PROTOTIPAGEM EVOLUCIONÁRIA

A prototipagem evolucionária possibilita a rápida entrega do sistema, diminuindo o tempo entre a especificação e a implementação do software. Baseada em técnicas que permitem interações rápidas para o desenvolvimento de aplicações, esta tipologia não contempla validação uma vez que não existe especificação. A validação é materializada através da correta adequação do sistema.



QUAL É O OBJETIVO?

O objetivo da prototipagem evolucionária é fornecer aos utilizadores finais um sistema em funcionamento. O desenvolvimento começa com aqueles requisitos que são mais facilmente compreendidos.



VANTAGENS

Rápido fornecimento do sistema e boa usabilidade;

Compromisso do utilizador com o sistema;

O envolvimento do utilizador com o sistema significa maior probabilidade de responder efetivamente aos seus problemas, bem como um maior empenho para que o sistema funcione de acordo com os desafios existentes.



PROBLEMAS

Problemas de gestão;

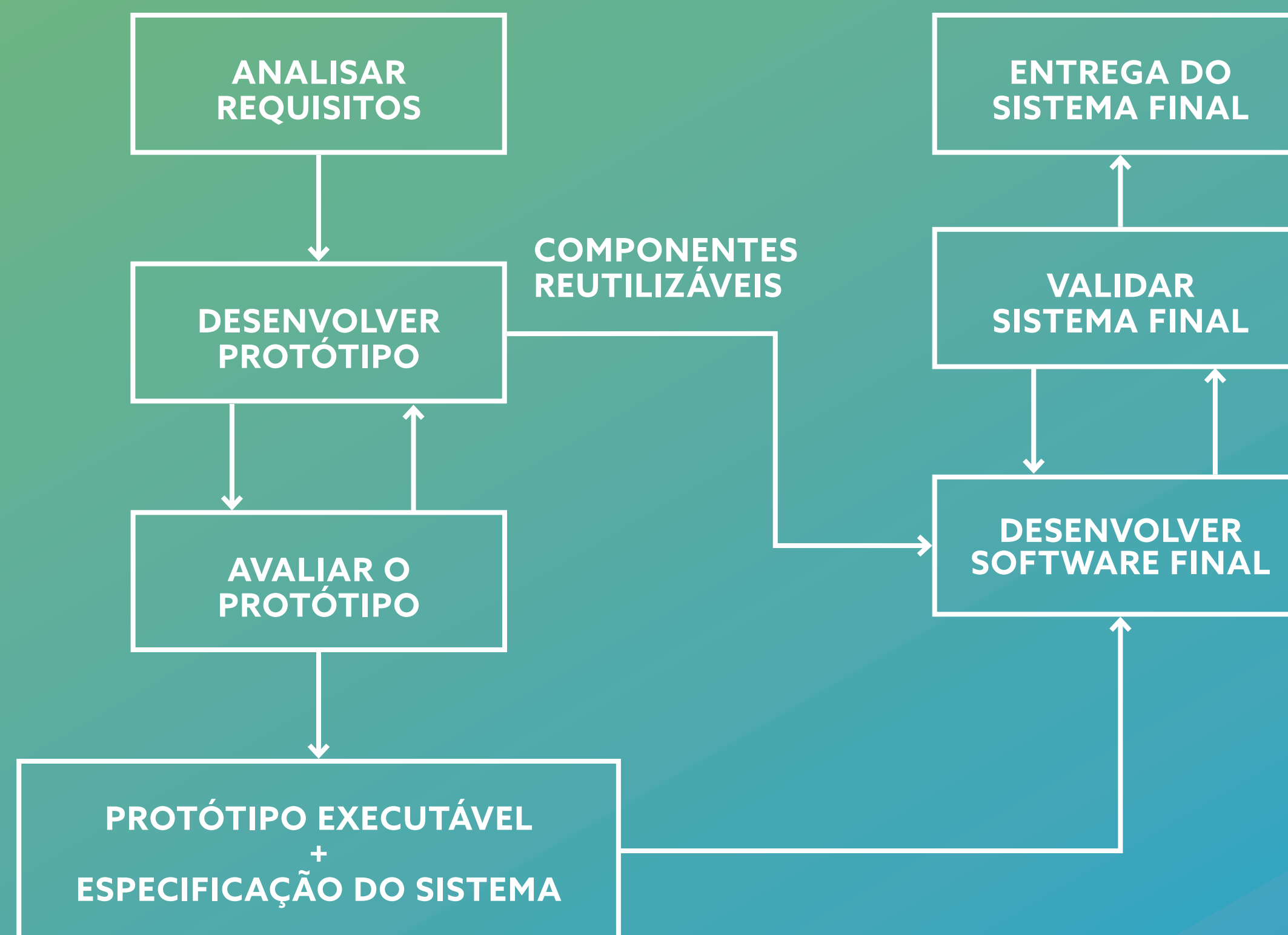
São requeridas competências de elevado grau de especialização e especificidade que nem sempre estão presentes nas equipas de desenvolvimento;

A continuidade das mudanças tende a corromper a estrutura do protótipo do sistema, tornando a manutenção a longo prazo numa despesa pesada;

Os contratos são, geralmente, estabelecidos com base numa especificação completa do software.

PROTOTIPAGEM DESCARTÁVEL

Esta abordagem utiliza a criação de um protótipo com o propósito de esclarecer os requisitos necessários e fornecer informações aos gestores que permitam avaliar os riscos existentes no processo. A prototipagem descartável é normalmente utilizada para reduzir os riscos com os requisitos, sendo o protótipo desenvolvido a partir de uma especificação inicial, entregue para avaliação e então descartada.



QUAL É O OBJETIVO?

O objetivo da prototipagem descartável é validar ou derivar os requisitos do sistema. O processo de prototipagem começa com aqueles requisitos que não são bem compreendidos.

O QUE DEVE SABER SOBRE O PROTÓTIPO DESCARTÁVEL?

Os responsáveis de desenvolvimento podem ser pressionados a entregar um protótipo descartável como um produto final.

Esta prática não é recomendada porque:

- Existem características importantes que podem ter sido excluídas do protótipo;
- Não existe especificação para manutenção futura, tornando o sistema mal estruturado e difícil de gerir e manter no longo prazo;
- Pode ser impossível ajustar o protótipo para atender aos requisitos não funcionais;
- As mudanças feitas durante o desenvolvimento do protótipo terão, provavelmente, degradado a estrutura do sistema;
- Os padrões de qualidade organizacional são, normalmente, deixados de lado no desenvolvimento do protótipo.

BENEFÍCIOS DA PROTOTIPAGEM

1 Os equívocos entre os utilizadores de software e developers são expostos

4 O protótipo pode ser usado para testar os utilizadores e o sistema

7 Facilitação do processo de manutenção do produto ou serviço envolvido

2 Os serviços esquecidos ou confusos podem ser identificados

5 Aproximação do sistema às necessidades dos utilizadores

8 Redução de esforço no processo de desenvolvimento

3 Disponibilização de um sistema funcional durante os primeiros passos do processo de desenvolvimento

6 Melhoria da qualidade do projeto

SOFTWARES PARA PROTOTIPAGEM DE INTERFACES

Ferramentas de prototipagem que são utilizadas durante os primeiros estágios de design, quando as avaliações tendem a ser feitas para prever a possibilidade de utilização do produto ou uma parte do produto.

Uma ferramenta de prototipagem deve ser fácil de utilizar e possibilitar a construção de um protótipo com rapidez.

EXEMPLOS DE SOFTWARES DE PROTOTIPAGEM DE INTERFACES

SERENA PROTOTYPE COMPOSER

Possibilita a criação de um projeto de interface completo, contemplando documentação, regras de utilização e diversos elementos de tela para serem usados na prototipagem.

BLENDER

Ferramenta que permite a criação de conteúdos em 3D e que oferece funcionalidades completas para modelagem, renderização, animação, pós-produção, criação e visualização de conteúdo 3D interativo.

SILVERLIGHT

O Silverlight é um plug-in cross-browser e cross-platform útil para a próxima geração de conteúdo interativo e multimídia, bem como para aplicações web baseadas no Microsoft.NET.

DEFINIÇÃO DE PROTOTIPAGEM DE SOFTWARE

Um protótipo de software é uma representação limitada de um design que pode surgir em diferentes formatos, a saber:

- Esboço em papel de uma tela ou conjunto de telas;
- “Fotografia” eletrônica;
- Vídeo de simulação de uma tarefa;
- Maquete tridimensional de papel ou cartolina;
- Conjunto de telas ligadas por hiperligações.

QUAIS OS OBJETIVOS?

- Entender os requisitos do utilizador e obter uma melhor definição dos requisitos do sistema;
- Facilitar a criação de um modelo (protótipo) do software que deve ser construído pelo developer;
- Clarificar o caminho quando o cliente não definiu detalhadamente os requisitos.

MODELO DE PROTOTIPAGEM

1

OBTER REQUISITOS

Developer e cliente definem os objetivos gerais do software, identificam os requisitos e as áreas que necessitam de definições adicionais.

2

ELABORAR PROJETO RÁPIDO

Representação dos aspetos do software que são visíveis para o utilizador (abordagens de entrada e formatos de saída).

3

CONSTRUIR PROTÓTIPO

Implementação rápida do processo.

4

AVALIAR PROTÓTIPO

Cliente e developer avaliam o protótipo.

5

REFINAMENTO DO PROTÓTIPO

Cliente e developer refinam os requisitos do software a ser desenvolvido.

PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A globalização da economia criou em todos os setores industriais uma necessidade crescente de resposta rápida às solicitações do mercado. Este tipo de resposta traduz-se na redução drástica do tempo de colocação no mercado de novos produtos ("time to market"), sendo um fator crítico para a competitividade e agressividade comercial das empresas, determinando assim a sua capacidade de subsistência. Uma das tecnologias mais determinantes na mudança radical de funcionamento das empresas perante estes novos desafios foi a introdução dos sistemas de CAD/CAM e da capacidade de modelação CAD 3D. Mais recentemente, as tecnologias de prototipagem rápida (PR) e fabrico rápido de ferramentas (FRF) vieram reforçar significativamente esta capacidade em reduzir o "time to market".

CONCEITO DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A utilização da PR pode eventualmente provocar um aumento dos custos diretos de projeto, contudo, a segurança induzida na equipa de projeto pode traduzir-se em ganhos significativos em termos do "time to market", garantindo assim uma maior agressividade e consequente vantagem competitiva da empresa utilizadora.

Os aparentes incrementos no custo final do produto podem traduzir-se em grandes lucros globais. Paralelamente, a realização rápida de protótipos pode constituir um suporte às ações de marketing e mesmo um precioso auxiliar à comercialização dos produtos. Em muitos casos, é mesmo a partir dos protótipos que se realizam as pré-séries e mesmo as próprias peças definitivas. De uma forma geral pode dizer-se que se está em presença de PR se:

- O processo se baseia em CAD 3D;
- O protótipo é criado quase automaticamente (pode ser necessário algum trabalho de preparação e acabamento), ficando pronto no espaço de algumas horas ou dias e é produzido por adição de camadas de material;
- O processo dispensa a utilização de operários especializados sendo praticamente ilimitado em termos de capacidade de geração de formas ("solid freeform manufacturing").

Nos processos de PR os modelos são obtidos por adição sucessiva de material, camada a camada, até se obter o modelo pretendido (isto leva a que se exclua dos processos de PR a maquinação de alta velocidade).

As peças obtidas por estes processos apresentam irregularidades na superfície, correspondentes à espessura de cada camada. Este defeito de construção é chamado efeito de escada, sendo diretamente proporcional à espessura das camadas, podendo ser atenuado com posteriores operações de acabamento. Em todos os processos recorre-se a um desenho CAD 3D que é traduzido para um ficheiro STL, em que as superfícies do modelo são convertidas em triângulos.

O ficheiro STL, ao ser introduzido no equipamento de PR, é por sua vez convertido num ficheiro SLI, o qual divide o modelo nas várias camadas de construção, utilizando o software da própria máquina. Em alguns sistemas o software da máquina gera simultaneamente suportes (por exemplo a estereolitografia) para possibilitar a construção de zonas dos modelos que não estejam apoiadas.

Na PR não existem processos ideais, apresentando cada um, consoante a aplicação em causa, vantagens e desvantagens. Na altura de se optar por um processo, deverá ter-se em conta fatores tais como propriedades físicas, mecânicas e estéticas exigidas ao protótipo, material a utilizar, disponibilidade das tecnologias e custos envolvidos e finalmente os prazos para a realização do protótipo.

PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

SL/SLA - ESTEREOLITOGRAFIA

Foi o primeiro processo de prototipagem rápida a aparecer. O protótipo é construído por foto polimerização de uma resina epoxy líquida, usando um feixe laser de ultravioletas. Como a resina é líquida e relativamente pouco viscosa, a complexidade dos modelos pode ser extremamente elevada. O meio envolvente é líquido e, por isso, todas as zonas das peças em balanço necessitam de suportes sólidos em resina. Após retirado da máquina, o modelo sofre uma pós-cura que lhe vai conferir a máxima resistência. Consoante as necessidades, os modelos podem ser sujeitos a operações de tratamento com lixa, polimento, ou mesmo pintura, melhorando assim o seu aspeto e a funcionalidade. O processo permite também a obtenção de modelos ocos (Quick Cast para o equipamento da 3D e Skin and Core para o equipamento da EOS), os quais são particularmente indicados para a conversão em metal utilizando o processo dos modelos perdidos ("Investment Casting").

LOM - FABRICAÇÃO DE OBJETOS POR CAMADAS

Os modelos são fabricados colando sucessivamente folhas de papel, as quais são cortadas por intermédio de um feixe laser. Todo o papel que não faz parte do componente é cortado em quadrados ou retângulos para facilitar a posterior remoção do modelo do bloco de papel (descubagem). Para assegurar a rigidez de todo o conjunto é construído simultaneamente um caixilho. Os papéis utilizados têm espessuras de 0.1mm, 0.15mm e 0.20mm. Da espessura do papel empregue e da sua qualidade vai depender a definição dos modelos obtidos. Além do papel, este equipamento pode construir modelos em fibra de vidro, cerâmica e metal.

PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

SLS - SINTERIZAÇÃO SELETIVA POR LASER

É o terceiro processo mais utilizado nos EUA e na Europa, logo a seguir à SL e FDM. Na câmara de construção pré-aquecida é laminada uma camada de pó correspondente à espessura das camadas de construção. Um feixe laser constrói os modelos fundindo as interfaces dos pó, obtendo-se desta forma uma estrutura sólida parcialmente porosa. O bolo de pó é removido da máquina, sendo sujeito a operações de grenalhagem e/ou impregnações para aumento da resistência mecânica do modelo e melhoria da qualidade superficial. O processo pode utilizar vários tipos de materiais, nomeadamente modelos em True Form e Cast Form (para fundição por modelos perdidos) e ainda pó cerâmicos revestidos por uma resina termoendurecível (produção de carapaças cerâmicas). Este processo permite também utilizar pó de aço ou cobre revestidos com um polímero, os quais permitem obter, após infiltração com uma liga metálica, peças metálicas ou cavidades moldáveis (existe um processo semelhante da EOS denominado DMLS, sinterização direta de pó metálicos, para os mesmos fins).

TDP - IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL

Os modelos são construídos a partir de um material em pó (podem ser utilizados diferentes tipos de materiais) ligado por intermédio de um agente líquido. O jato de ligante é aplicado através de cabeças de impressão idênticas às utilizadas pelas impressoras de jato de tinta. A peça é retirada em verde da máquina, ficando o pó não aglutinado pelo ligante solto. O modelo sofre, numa segunda fase, um tratamento térmico para aumentar a sua resistência. A SOLINGEN utiliza esta tecnologia para a fabricação direta de carapaças cerâmicas para fundição de precisão (processo DSPC - Direct Shell Production Casting). Empresas como a Z Corporation, Sanders, Prometal, e Thermoject baseando-se no TDP, com algumas alterações, criaram os seus próprios processos de Prototipagem Rápida.

MODELAÇÃO POR EXTRUSÃO DE PLÁSTICO (FDM)

É o segundo processo mais utilizado, consistindo na deposição de um material termoplástico, o qual é fornecido à cabeça extrusora através de uma bobine de fio. As máquinas mais recentes possuem cabeças extrusoras que se movem magneticamente a elevada velocidade (sistema magna drive), permitindo a construção dos modelos mais rapidamente.

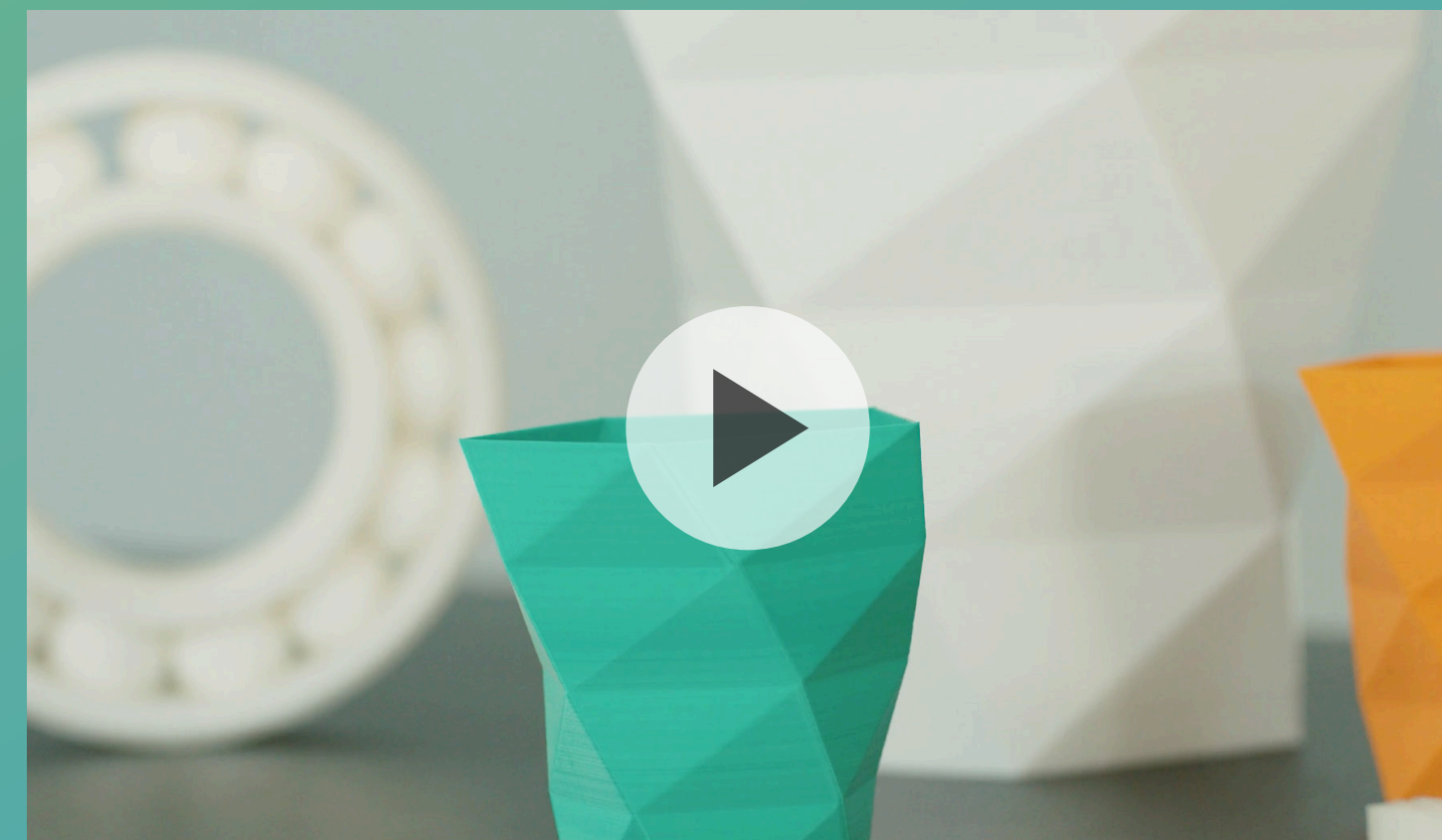
PRINCIPAIS VANTAGENS E INCONVENIENTES DOS 5 PRINCIPAIS PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA.

	SL OU SLA	LOM	SLS	TDP	FDM
VANTAGENS	<p>É dos melhores processos em termos de precisão dimensional e permite obter as formas mais complexas, detalhes mais finos e bom acabamento (após lixagem e polimento);</p> <p>Permite a obtenção de modelos parcialmente ocos (70-80% de porosidade).</p>	<p>Precisão dimensional e geométrica superior ao SLS, especialmente em X e Y;</p> <p>Capacidade para produzir modelos de elevadas volumetrias de uma assentada (até 800x500x500mm);</p> <p>Possibilidade de usar modelos LOM para o processo de modelos perdidos;</p> <p>Rapidez de execução e baixo custo do processo.</p>	<p>Obtenção de bons protótipos funcionais termoplásticos (apenas superável pelo FDM);</p> <p>Resistências mecânicas e térmicas elevadas, 60-70% da dos materiais equivalentes injetados;</p> <p>Mais rápido do que a SL e o FDM;</p> <p>Não necessita de suportes, nem pós cura (quando se usam termoplásticos).</p>	<p>Pode utilizar diferentes tipos de materiais e utilizá-los simultaneamente recorrendo a diferentes cabeças com ligante;</p> <p>Não necessita de suportes;</p> <p>Produz carapaças cerâmicas (DSPC) para obtenção direta de modelos metálicos.</p>	<p>Permite obter as propriedades mecânicas mais elevadas (para termoplásticos);</p> <p>É o melhor processo para a conversão metálica por "investment casting" (com modelos em cera);</p> <p>Processo de grande precisão dimensional em X, Y e Z;</p> <p>Permite o uso simultâneo de dois materiais.</p>
DESVANTAGENS	<p>Elevado custo das matérias-primas e dos modelos;</p> <p>Fraca resistência mecânica dos modelos;</p> <p>Tempo de fabricação relativamente longo e necessidade de pós cura;</p> <p>Propenso a empenos.</p>	<p>Instabilidade do papel na presença de humidade;</p> <p>Fraca precisão dimensional no eixo dos ZZ e dificuldade em obter pequenas espessuras (<2mm) em peças de grande dimensão (>200x200x200mm);</p> <p>Necessidade de mão-de-obra para os processos de descubicagem, impermeabilização e acabamento.</p>	<p>Modelos com superfícies rugosas e com porosidade;</p> <p>Precisão dimensional inferior à SL e ao LOM;</p> <p>Elevado custo das matérias-primas.</p>	<p>Os modelos apresentam rugosidade elevada e em verde são relativamente frágeis e porosos;</p> <p>Por vezes é difícil remover o pó não ligado em modelos com formas intrincadas.</p>	<p>É mais lento que a SL, o SLS e o LOM;</p> <p>O valor do investimento no equipamento é dos mais elevados assim como o custo global dos modelos.</p>

QUESTÕES PRÁTICAS

Depois de ler mais sobre a prototipagem, as soluções existentes e as suas vantagens e desvantagens existirão, certamente, algumas questões práticas que gostaria de ver respondidas.

Nesse pressuposto fomos conversar com a Horizon 47, a XPIM e a Issho Technology, três startups cujo trabalho diário está diretamente ligado à prototipagem. Para esclarecer as suas dúvidas assista ao vídeo disponibilizado.



REFERÊNCIAS

SCHWARTZ, J.I., Construction of Software. In: Practical Strategies for Developing Large Systems. Menlo Park: Addison - Wesley, 1st. Ed., 1975

SOMMERVILLE, I. Software engineering. 5th. Ed. Addison - Wesley, 1995

Marc Rettig, "Prototyping for Tiny Fingers" (Interactions), Abril 1994

Terry Wohlers, "Rapid Prototyping & Tooling State of the Industry: 1999 Worldwide Progress Report", Wohlers Associates, Inc., USA, 1999

M. S. Simão, Rui J. Neto, F. Jorge Lino, Teresa P. Duarte, F. J. Braga e G. Cruz, "Protoclick Prototipagem Rápida", a publicar em Novembro, Porto, Portugal, 2000

Rui J. L. Neto, A. P. Barbedo de Magalhães, Mário J. Pinto e Bárto C. Paiva, "A Prototipagem Rápida e a Produção de Protótipos e Pré Séries em Fundição", Tecnometal, N.º 112 pp. 5-8, Setembro/Outubro 1997

RNPR, "Projecto Mobilizador RNPR - Rede Nacional de Prototipagem Rápida - Que Resultados?", O Molde, Ano 13 N.º 45, pp. 12-48, Setembro 2000

Rui J. L. Neto, A. P. Barbedo de Magalhães, Teresa M. P. Duarte e F. Jorge Lino Alves, "A Prototipagem Rápida e a Fabricação Rápida de Ferramentas para Forjamento na Indústria de Ferragens", Tecnometal, N.º 115 pp. 5-9, Março/Abril 1998.

F. Jorge Lino, Rui J. L. Neto, M. Teresa Vasconcelos, Pedro V. Vasconcelos, Acácio V. Pereira e Elisabete C. Silva, "Diluição de Fronteiras Entre o Design e a Indústria Através da Prototipagem Rápida - Um Caso de Estudo", Cadernos Empresariais, Ano 2 N.º 7, pp. 58-63, 2000



NOVO
RUMO A
NORTE

COFINANCIADO POR



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

EM PARCERIA COM

