



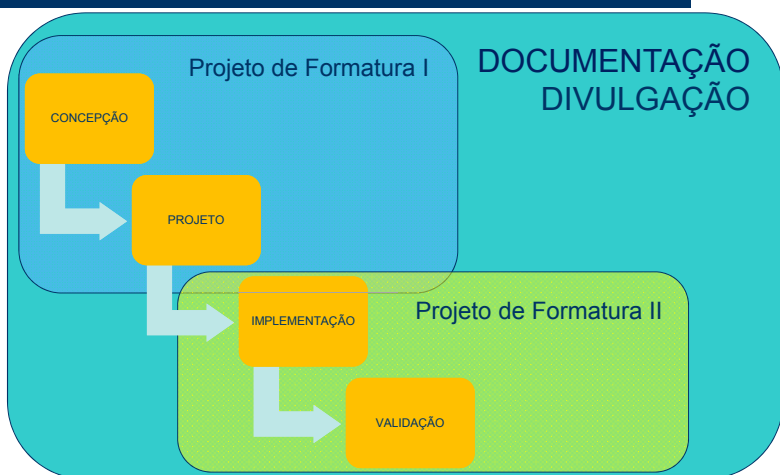
Metodologia Científica e de Projetos de Engenharia em Sistemas Eletrônicos

PSI-2591 – Projeto de Formatura I

M. K. Zuffo; A.C.Seabra
2a Aula



Projeto de Engenharia





Visão Geral

- **Projeto Formatura I – Proposta de Projeto**
 - Relatório com a Proposta de Projeto
 - Requisitos do Projeto
 - Especificação de Sistema
 - Projeto Conceitual
 - Projeto Preliminar (teoria, atividades, cronograma, recursos)
- **Projeto de Formatura II**
 - Projeto Detalhado
 - Implementação
 - Avaliação
 - Demonstração Prática
 - Monografia



Os projetos envolvem

- Mundo Real
- Interação com Clientes
- Combinação de Hardware, Software e outros requisitos (formato, usabilidade, etc.)
- Experiência com Equipes
- Aprendizado Independente
- Metas do projeto (entregas)
- Os membros da equipe (engenheir@s)



Definição de Engenheir@

- Público Geral - percepção de alguém com habilidades em Matemática, Ciência, e Tecnologia capaz de resolver problemas
- Eles não associam a alguém com **Criatividade**

5



Definição de Engenheiro

– Alguém que emprega de forma inovativa e metódica o conhecimento científico e tecnologia para produzir um dispositivo, processo, que satisfaça as necessidades humanas.

American College Dictionary

6



Definição de Engenheiro

- Alguém que emprega de forma **inovativa** e **metódica** o conhecimento científico e tecnológico para produzir um dispositivo, processo, que **satisfaça as necessidades humanas**

American College Dictionary

7



Definição de Engenheiro

- Definição de Engenheiro inclui

Inovativa E Metódica

- Características opostas!
- Nosso desafio é conciliá-las!

Aula 1 Vídeo 2 do Moodle/Stoa

http://disciplinas.stoa.usp.br/cugonline.php?2721221mod_resource/content/44/PSR2991A01_P1.html

“This is where innovation occurs: The designer job is to reconcile the seemingly irreconcilable”

(vídeo Aula 01 Parte2 do moodle STOA, item “Falando um pouco de inovação”)

8



Definição de Engenheiro

- A Definição também inclui

Satisfaz Necessidades Humanas

- Isto enfatiza que um projeto visa satisfazer às necessidades do usuário e que devem considerar as implicações **éticas** da tecnologia

9



Projeto (Design) de Engenharia

- O que é Design?
- O que é Design de Engenharia?

“O Design estabelece e define soluções para problemas antes não resolvidos ou estabelece e define novas soluções para problemas que já tenham sido resolvidos, só que de maneira diferente”

Conclusão: A essência da Engenharia é o DESIGN

10



Projeto (Design) de Engenharia

● DESIGN = CIÊNCIA + ARTE

- Ciência: aprende-se através das **técnicas e métodos** a serem empregados
- Arte: envolve manifestações de ordem estética a partir de **percepções, emoções e ideias**.

Considere também que:

- **Descoberta**: obter o primeiro conhecimento de algo
 - O Design não deve ser confundido com Descoberta, é o produto de Planejamento e Trabalho
- **Invenção**: Um Design pode ou pode não ser invenção

11



O Processo de Projeto

● Definição de projeto (Design) de engenharia

- Projeto de engenharia é o processo de busca de um sistema, componente ou processo que atinja uma determinada necessidade.
- É um processo de tomada de decisões iterativo, em que ciências básicas, matemática e ciências da engenharia são aplicadas para converter otimamente recursos num dado objetivo considerado.
- Entre os elementos fundamentais do processo de projeto estão: o estabelecimento de **objetivos, critérios, análise, construção, teste, avaliação e documentação**.

12



O Processo de Projeto

- A chave para um bom projeto de engenharia é seguir um PROCESSO DE PROJETO
 - Isso dá uma estrutura ao processo criativo que pode ser desenvolvido de maneira eficiente e efetiva. (carrinho de compras da Ideo – Aula 05)
- Um processo de projeto pode ser:
 - Prescritivo
 - Descritivo
 - Híbrido dos dois
 - Outros (cognitivo?)

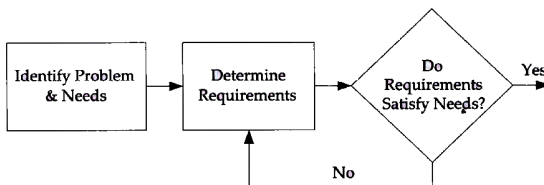
13



O Processo de Projeto Prescritivo

Um processo EXATO ou uma receita sistemática para a realização do sistema

- Exemplo de uma receita:



14



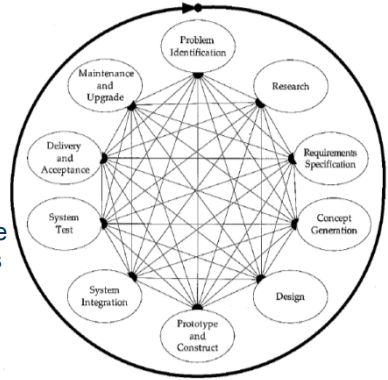
O Processo de Projeto Descritivo

Um processo menos formal que incorpora atividades típicas de projeto com uma ênfase menor na sua ordem

Veja que o processo pode seguir uma sequencia não rigida!

Certas transições podem ser impossíveis (ir da identificação do problema diretamente à integração do sistema) ou muito custosas

Note também que certas questões (como mudança nas demandas do cliente) são perfeitamente contempladas em qualquer fase do projeto



*Image taken from Design for Electrical and Computer Engineers, Ford and Coulston

15



O Processo de Projeto

- Entre o projeto descritivo e prescritivo:
 - Não é sempre claro qual dos dois tipos deve ser adotado
 - Ambos tem uma componente de iteratividade
 - Apesar disso há boas razões para utilizar estas técnicas:
 1. Formalização do processo é importante para garantir boas práticas (exemplo: não gere o conceito enquanto não tiver uma boa análise de requisitos)
 2. Mantém todos os membros da equipe sincronizados
 - Ambos tem uma componente de iteratividade

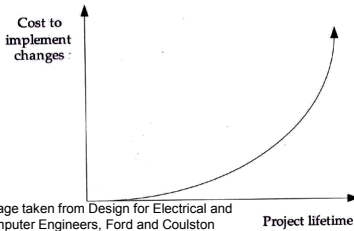
16



O Processo do Projeto

● Iterações do Projeto

- Em geral várias iterações são necessárias. Iterações são necessárias para um bom projeto ser exitoso
- Entretanto eventuais mudanças podem ser custosas em termos de tempo e dinheiro



Estudos mostram que o custo de corrigir erros ou fazer mudanças aumenta exponencialmente ao longo do processo

17

*Image taken from Design for Electrical and Computer Engineers, Ford and Coulston

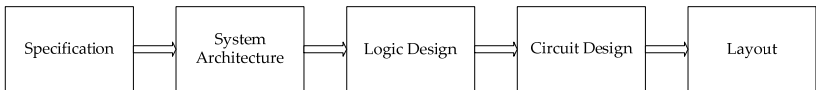
Project lifetime



Exemplo I – Processo de Projeto VLSI

Prescritivo ou descritivo?

HW



Exemplo típico da abordagem “dividir para conquistar”!

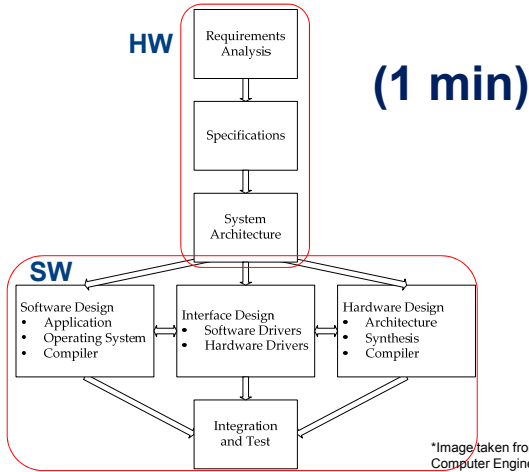
18

*Image taken from Design for Electrical and Computer Engineers, Ford and Coulston



Exemplo 2 – Sistemas Embarcados

Prescritivo or descritivo?

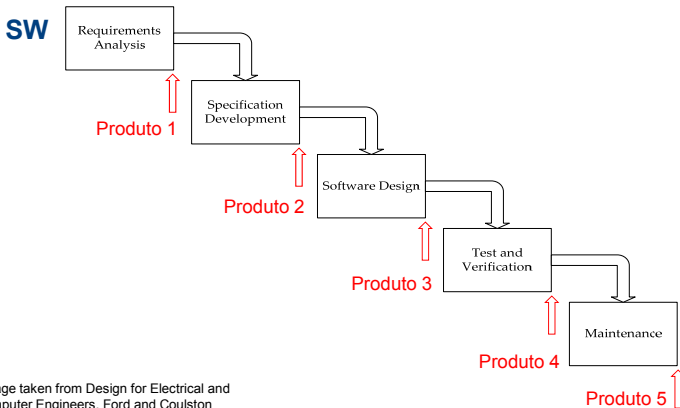


19



Exemplo 3 – Desenvolvimento Queda d'água de SW

Prescritivo ou descritivo? Qual o problema (1min)?



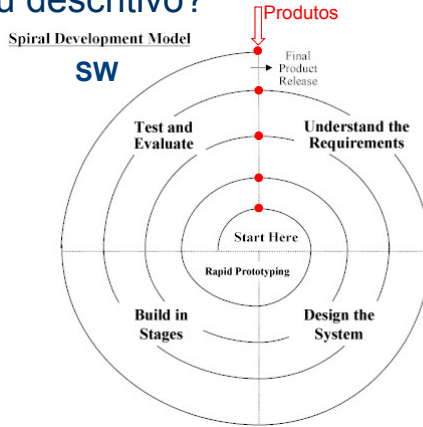
20

*Image taken from Design for Electrical and Computer Engineers, Ford and Coulston



Exemplo 4 – Desenvolvimento Espiral de Desenvolvimento de SW

Prescritivo ou descritivo?



21



Tendência – Design for “X”

- DFA Design for Assembly
- DFM Design for Manufacturability
- DFD Design for Disassembly
- DFM Design for Maintainability
- DFQ Design for Quality
- DFR Design for Reliability
- DFS Design for Safety
- DFEMC Design for Electro-Magnetic Compatibility
- ...

22



Método Científico vs Método de Engenharia



Engenharia

Identificar um Problema, Necessidade ou Oportunidade



Pesquisar



Desenvolver várias Soluções Alternativas



Analisar e Selecionar Solução(ões)



Construir Protótipos



Testar e Avaliar



Comunicar a Solução

Científico

Formular uma Questão



Pesquisar



Formular Hipóteses



Realizar Experimentos



Analisar os Dados



23



Projeto em Engenharia (Pensamento Toyota)

Identificar um Problema, Necessidade ou Oportunidade

Pesquisar

Desenvolver Soluções Alternativas

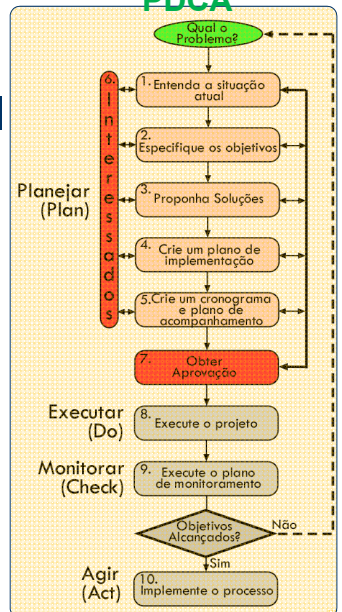
Analisar e Selecionar a Solução

Construir Protótipos

Testar e Avaliar

Comunicar a Solução





PDCA



24



Quadrante de Pasteur

Quest for Fundamental Understanding?	High	 Bohr quadrant	 Pasteur quadrant
	Low	 Common man quadrant	 Edison quadrant
		Low	High
		Consideration of use?	

25



Elementos do Processo de Projeto

Documentação

- Identificação do problema
- Pesquisa
- Especificação de requisitos
- Análise de riscos
- Geração do Conceito
- Fase de projeto
- Prototipação
- Integração
- Testes
- Entrega
- Manutenção

PSI 2591

PSI 2594

Aula 1 Vídeo 2 do Moodle/Stoa

http://stoa.colinas.stoa.usp.br/blogs/profile.php?21212mod_researchcontent44:PSI2591-A01-P1.html

- 1. Identificar Necessidades: Qual é o problema?
- 2. Pesquisa de informações: O que já existe?
- 3. Stakeholders (interessados): A quem interessa o produto?
- 4. Planejamento / Pesquisa Operacional: Seja realista e conheça os fatores limitantes
- 5. Análise de Riscos: O que pode dar errado?
- 6. Especificações: O que é necessário?
- 7. Design Criativo: Ideação
- 8. Design conceitual: As soluções possíveis
- 9. Prototipação: Criando uma versão do design escolhido
- 10. Verificação: Funciona?

26



Você já tem uma proposta?

Documentação

- 1. Identificar Necessidades: Qual é o problema?
- 2. Pesquisa de informações: O que já existe?
- 3. Stakeholders (interessados): A quem interessa o produto?
- 4. Planejamento / Pesquisa Operacional: Seja realista e conheça os fatores limitantes
- 5. Análise de Riscos: O que pode dar errado?
- 6. Especificações: O que é necessário?
- 7. Design Criativo: Ideação
- 8. Design conceitual: As soluções possíveis
- 9. Prototipação: Criando uma versão do design escolhido
- 10. Verificação: Funciona?

(5 min)

27



Etapa 1
Seleção do Projeto

A Seleção do Projeto

0.0 Título, Grupo e Orientador

1.0 Seleção do Projeto (Problema, Necessidade ou Oportunidade);

- 1.1 Identificação das Necessidades;
- 1.2 Declaração das Necessidades;
- 1.3 Declaração dos Objetivos do Projeto;
- 1.4 Pesquisa de Levantamento da Situação

28



1.1 Identificação das Necessidades

- Exemplo: Um cliente procura você com um problema para resolver - você deve determinar as necessidades ou requisitos para a solução do problema
- À vezes o cliente traz um problema junto com uma “solução” desejada – neste caso, você deve tentar identificar a real necessidade
- Ulrich & Eppinger:
 - Processo com 5 passos para obter a “voz do cliente”



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

Processo com 5 passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

O que você está tentando fazer?

Identifique as **necessidades** sem utilizar jargões

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

- Defina (descreva) breve e claramente o que pretende abordar
- Não apresente uma solução para o problema
- Apresente informações, estatísticas e situações que evidenciem a necessidade do que você está propondo
- Descreva as limitações atuais
- Descreva processos de apoio que ajudam a entender o problema (às vezes as necessidades não estão claras para as pessoas comuns)



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

PASSO 1: COLETAR DADOS DOS USUÁRIOS

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

Alguns métodos:

- Entrevista (supervisores, usuários-chave, pessoas da organização cliente)
- Grupos focais – novos produtos (donas de casa, esportistas amadores)
- Observação Direta – se colocar no lugar do usuário (por exemplo em uma UTI) ex. IDEO Corporation (shopping cart, heart device etc)

Perguntas:

- Quando e porque você usará este tipo de produto (sistema)
- Sessão usando o produto de forma típica
- O que você gosta dos produtos existentes?
- O que você não gosta dos produtos existentes?
- Que aspectos você considera na compra do produto?
- Quais melhorias você faria no produto?



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

Exemplo de Descrição da Necessidade

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

De acordo com a publicação AppleInsider, aproximadamente 10,3 milhões de pessoas possuíam iPods ao final de 2004 e muitas delas o utilizavam enquanto dirigiam. Estima-se que a distração de motoristas causa 20 a 30 por cento de colisões de veículos – ou 1,2 milhão de acidentes por ano. Um estudo estimou que isso causa em torno de 10 mil mortes e prejuízos da ordem de 40 bilhões de dólares. iPods podem ser uma distração aos motoristas de maneira semelhante aos celulares, uma vez que a atenção do motorista pode se dividir entre controlar a direção, olhar a Estrada e navegar nos controles do iPod. Necessita-se de um Sistema que permita os usuários escolherem as músicas no iPod sem distrai-los da direção e da estrada

Extraído de "iPod Hands-Free Device Design Report", Al-Busaidi, Bellavia, e Roseborough [Alb07].



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

PASSO 2: INTERPRETAR OS DADOS EM TERMOS DAS NECESSIDADES (REQUISITOS DE MARKETING)

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

- Declaração das Necessidades do Cliente na Linguagem do Cliente
- O que o produto deve fazer, NÃO como ele deve ser feito (atingido)
- Frases curtas, orientadas a ações
- Exemplo - "O sistema deve ter alta qualidade de áudio"



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

PASSO 2: INTERPRETAR OS DADOS EM TERMOS DAS NECESSIDADES (REQUISITOS DE MARKETING)

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

- Foram extraídas as seguintes características dos interessados pela fabricação, comercialização e uso do sistema:
 - Ter alta qualidade de áudio
 - Ser portátil
 - Ser fácil de utilizar
- Quando questionados sobre o que era importante nessas características, responderam:
 - Não pode distorcer o som deve ser leve, pequeno, e deve apresentar baixo ruído, ser ergonômico, ter poucos comandos, aceitar mp3 e wma, mais em uso externo, ter carga durável

35



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

PASSO 3: HIERARQUIZAR AS NECESSIDADES

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

- Organizar as necessidades pela **similaridade funcional**, não pela importância! (árvore de objetivos)
- O que é **similaridade funcional**?

36



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

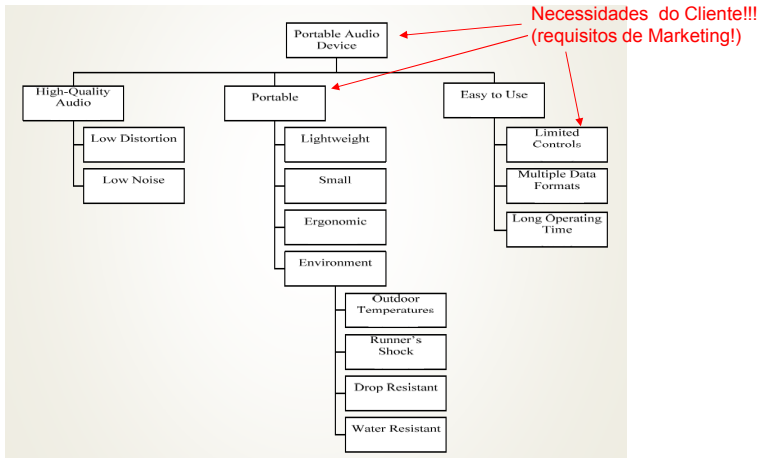
PASSO 3: HIERARQUIZAR AS NECESSIDADES

DICA: Hierarquia Funcional e Árvore de Objetivos

5 Passos

1. Obter os dados brutos dos usuários
2. Interpretar os dados em termos de Necessidades
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia
4. Determinar a importância relativa das necessidades
5. Revisar os resultados e o Processo

Sistema de áudio portátil para atletas



37



Etapa 1 Seleção do Projeto

Sua proposta e o ponto de vista da sua Empresa

- Do ponto de vista de uma empresa
 - O Projeto deve ser conectado à missão e visão da Organização
 - Deve haver retorno
 - Deve haver critérios de seleção
 - Os objetivos do Projeto devem ser S.M.A.R.T.

38



Seleção de Projeto (Heilmeier)

Perguntas que você deve estar preparado para responder

- O quê você está tentando fazer? Defina seus objetivos sem utilizar jargões
- Como isso é feito hoje e quais as limitações dessa abordagem?
- Qual a novidade da sua proposta e porque você acha que ela vai ter sucesso?
- Quem se importa? Se você for bem sucedido, que diferença isso fará?
- Quais são os riscos e as recompensas?
- Quanto isso vai custar? Quanto tempo vai levar?
- Quais são os resultados intermediários e finais que vão identificar se o seu projeto foi bem sucedido?



1. Seleção do Projeto

1.1 Identificação das Necessidades

Exercício

Faça a declaração de **necessidades** para o projeto do “Sistema de áudio portátil para atletas” ou o seu

- Defina breve e claramente o que pretende abordar
- Não apresente uma solução para o problema
- Apresente informações, estatísticas e situações que evidenciem a necessidade do que você está propondo
- Descreva as limitações atuais
- Descreva processos de apoio que ajudam a entender o problema (às vezes as necessidades não estão claras para as pessoas comuns)



A Seleção do Projeto

- Necessidade ✓
- Objetivos
- Pesquisa
- Demanda de Mercado
- Árvore de Objetivos

41



Descrição de Objetivos

(aprofundamento na próxima aula)

- Resuma o que está sendo proposto para atender às necessidades
- Forneça alguns objetivos preliminares do projeto (as especificações detalhadas serão desenvolvidas posteriormente)
- Forneça uma descrição preliminar da solução Técnica, evitando o detalhamento de sua implementação
- Não descreva uma solução específica

42



Exemplo de Descrição de Objetivos

O objetivo deste projeto é desenvolver e prototipar um dispositivo que tornará o iPod mais seguro para um motorista dirigindo, por permitir que ele controle o iPod sem o uso das mãos. O dispositivo interagirá com o motorista conversando em inglês com ele. O dispositivo divulgará verbalmente informações como o título das músicas que estão no display.

Extraído de "iPod Hands-Free Device Design Report", Al-Busaidi, Bellavia, e Roseborough [Alb07].

(vamos trabalhar nisso aula que vem)

43



Do ponto de vista da uma Empresa: Objetivo(s) S.M.A.R.T.

Specific:

Precisa dizer à equipe exatamente o que se espera

Measurable:

Como saberei, de forma quantitativa, quando ele será alcançado?

Assignable:

Como ele pode ser alcançado?

É realista considerando-se as restrições previstas?

Relevant:

Momento Adequado?

Alinhado com a visão da empresa?

Equipe adequada?

Time-framed:

Quando pode ser alcançado?

44



Fechamento

15 minutos de discussão:

- Já formou seu grupo?
- Já definiu o orientador?
- Qual o projeto?

Obrigado !

45



Aula que vem, trazer o esboço:

- Produto 01:
 - 0.0 Título, Grupo e Orientador
 - 1.0 Seleção do Projeto (Problema ou Inovação);
 - 1.1 Identificação das Necessidades;
 - 1.2 Declaração das Necessidades;
 - 1.3 Declaração dos Objetivos do Projeto;
 - 1.4 Pesquisa de Levantamento da Situação

AULA QUE VEM NA C1-01 (em grupo)

46