

Engenharia de Software Experimental

Prof. Dr. Manoel Mendonça
2014

Contatos:

- Manoel Mendonça
- manoel.g.mendonca@gmail.com
- Ao enviar e-mail, coloque o código da disciplina no campo do assunto: MATE94



Sobre o Curso

O curso deve cobrir, sempre com foco em ciência da computação:

- 1 - O processo de pesquisa;**
- 2 - Princípios éticos e filosóficos associados à pesquisa científica;**
- 3 - Projeto de estudos experimentais;**
- 4 - Análise de dados e estatística inferencial;**
- 5 - Escrevendo sobre resultados experimentais;**
- 6 - Avaliando resultados experimentais publicados por outros;**
- 7 - Planejando e avaliando sua própria pesquisa (trabalho individual usado para avaliação no curso e, possivelmente, para ajudar no planejamento da validação do trabalho de doutorado do aluno).**

<http://disciplinas.dcc.ufba.br/MATE94/WebHome>

Agenda

21/11 Intro ao Curso - Caracterização

28/11 Treinamento do Experimento 1

05/12 Intro à Ciência Experimental

12/12 Execução do Experimento 1

19/12 Introdução à ESE

26/12 RECESSO DE NATAL

02/01 Revisões e Mapeamentos
Sistemáticos

09/01 Mapeamento Sistemático –
Hands on

16/01 Experimentos Controlados

23/01 Exemplo Exp. Controlado

30/01 Métodos Experimentais I

06/02 Métodos Experimentais II e
Explicação do Experimento 2

13/02 QUARTA DE CINZA

20/03 Treinamento do Experimento 2

27/02 Execução do Experimento 2

06/03 Surveys e Lev. de Campo

13/03 Métodos Qualitativos

20/03 Etnografia (Carol)

27/03 Estudos de Caso

03/04 **PROVA**

Agenda Revisada

21/11 Intro ao Curso - Caracterização

28/11 Treinamento do Experimento 1

05/12 Experimentos Controlados

12/12 Métodos Experimentais I

19/12 Apresentação da Fer. START - Métodos Experimentais II

26/12 RECESSO DE NATAL

02/01 RECESSO DE NATAL

09/01 Mapeamento Sistemático Exemplo
(Renato) e aula Revisão e Mapeamento Sistemático

16/01 RS: consenso seleção

23/01 Mapeamento Sistemático
Exemplo (Renato) e explicação
P4

30/01 Revisitando Intro Ciência
Experimental, Intro à ESE e
explicação P5

06/02 Execução do Experimento 1

13/02 QUARTA DE CINZA

20/02 Surveys e Lev. de Campo/
Estudos de Caso

27/02 Resultados Exp. Controlado
(Renato)

06/03 Treinamento do Experimento 2

13/03 Execução do Experimento 2

20/03 Métodos Qualitativos e
Etnografia (Carol)

27/03 Resultados da RS e do
Experimento 2 (Amancio)

03/04 PROVA

Avaliação

21/11 Sinopse sobre ciência (05/12) OK
28/11 Participar do experimento
05/12 Artigo Crítico sobre ESE (13/03) OK
12/12
19/12 TRABALHO DE R.S. parte 1 (13/01)
Mapeamento Sistemático – Escreva
em duas páginas o que é um
mapeamento sistemático (09/01).
26/12 RECESSO DE NATAL
02/01 RECESSO DE NATAL
09/01 Esclarecimentos sobre o trabalho
16/01 R.S. consenso seleção Parte 2 e
Explicação da Parte 3 – Coleta de
dados básicos (18/02)

23/01 Explicação da Parte 4 - escrita –
Coleta de dados I (25/02)
30/01 Artigos carregados e dúvidas da
parte 4 e Explicação da Parte 5
– Coleta de dados II (04/03)
06/02 Participar do experimento
13/02 QUARTA DE CINZA
20/02
27/02
06/03 Participar do Experimento
13/03 Participar de Experimento 2 e
entregar o artigo.
20/03 Artigo menos um ponto por dia
a partir de 21/03-22:00
27/03
03/04



TRABALHO 1

Fazer um sumário de no mínimo 5 páginas do material fornecido sobre ciência, tecnologia, e experimentação. (5/12)

Material compilado a partir de:

- **Victor R. Basili**, “The Role of Experimentation in Software Engineering”, Keynote Speech at ICSE´1996;
- **Shari L. Pfleeger**, “Evaluating Software Technologies”, Tutorial at SBES´2002;
- **Guilherme H. Travassos**, “Experimental Software Engineering: An Introduction”, ESELAW´2005
- **Erika Nina Höhn**, “Revisão Sistemática”, USP/ICMC.



Agenda

1. Introdução
 1. Motivação
 2. Conceitos Básicos
 3. Engenharia de Software Experimental
 4. Definindo o Tipo de Estudo Experimental
 5. Definindo um Estudo Experimental
 6. Conclusões e Bibliografia



1. Motivação

O Que é Engenharia de Software ?

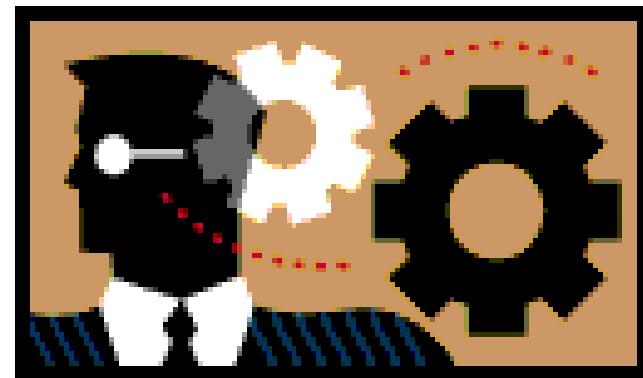
Engenharia de software é a disciplina que estuda o desenvolvimento e a manutenção de software em escala industrial.

- Técnicas
- Metodologias
- Processos
- Ferramentas

... para gerência, desenvolvimento, manutenção, reengenharia, e componentização de software

Algumas Necessidades Fundamentais em Engenharia de Software ...

- Adotar novas tecnologias
- Testar se uma nova tecnologia é útil para você
- Avaliar o impacto de uma tecnologia no seu negócio



Abordagens que Podem Ser Adotadas

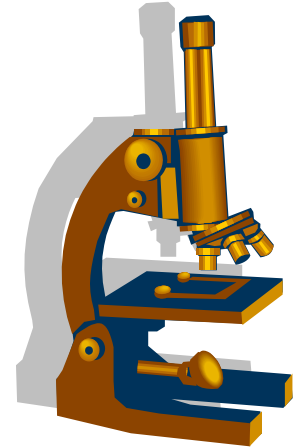
- Perguntar a um perito
- Pesquisar na literatura
- Seguir a prática da indústria
- Fazer um piloto
- Pedir para sair e arrumar outro trabalho menos complicado
- SER EXPERIMENTAL
 - Fazer uma revisão sistemática
 - Fazer um levantamento de campo (*survey*)
 - Fazer um estudo de caso
 - Fazer um experimento controlado


Em outras palavras

- Você acredita no que outros falam ...
- Ou toma uma abordagem científica para engenharia de software...

Abordagem Científica

1. Quais são as suas metas e qual é a sua situação?
2. Existe evidência na literatura e/ou na indústria e como esta evidência se aplica a SUA situação?
3. Se não existe evidência suficiente, que tipo de avaliação experimental você deve fazer?





O Uso da abordagem científica para o desenvolvimento, evolução e manutenção de software é o que chamamos de

Engenharia de Software Experimental



2. Conceitos Básicos

Modelos, Experimentação e Aprendizado: um paradigma experimental

- Para entender uma disciplina é necessário a construção de **modelos**, não só de produtos mas também de processos e domínios de aplicação;
- Para testar se nossa compreensão está correta precisamos testar estes modelos, isto implica em **experimentação**;
- Ao se analisar resultados experimentais, nós **aprendemos** e encapsulamos este conhecimento em modelos mais sofisticados;
- Este paradigma experimental é usado em muitas áreas de conhecimento: física, medicina, química, manufatura, etc.

O Paradigma Experimental

- O Paradigma experimental de uma disciplina evolui pela aplicação do ciclo: modele, experimente, aprenda;
- Normalmente ele começa com a observação e o registro do que é observado, e evolui para a manipulação de variáveis controláveis e a observação do seu efeito em variáveis de interesse;
- A diferença na aplicação do paradigma experimental nos vários campos de conhecimento são ditadas pelos objetos de estudo, as propriedades do sistemas que os contêm, as relações entre os objetos e o sistema, e a cultura da disciplina;
- Isto impacta em:
 - como modelos são construídos
 - como experimentação é feita.

O Paradigma Experimental em Física

- Física visa entender e prever o comportamento do universo físico;
- Tem dois grupos bem definidos de pesquisadores, os teóricos e os experimentalistas, e progride a partir do inter-relacionamento entre estes dois grupos;
- Teóricos constroem modelos para explicar o universo baseados em teorias sobre variáveis essenciais e sua interação determinada em experimentos anteriores;
- Suas teorias preveem o resultado de eventos mensuráveis;
- Experimentalistas observam, medem, e experimentam para provar ou refutar uma hipótese ou teoria;
- Eles também exploram novos domínios.

O Paradigma Experimental em Medicina

- Também tem dois grupos bem definidos, práticos e os pesquisadores, existe um claro relacionamento entre eles;
- Os pesquisadores visam entender o funcionamento do corpo humano para predizer os efeitos de procedimentos e drogas;
- Os práticos aplicam o conhecimento ganho para definir processos de tratamento do corpo humano;
- Começou como uma forma de arte e só evoluiu quando começou com o ciclo de observação, construção de modelos, experimentação e aprendizado;
- Dificuldades
 - Estudos variam de experimentos controlados a estudos de caso
 - Variância do ser humano dificulta a interpretação de resultados
 - É trabalho e complexo para se obter dados
- **Nem por isto a medicina não evoluiu muito no tempo !**

O Paradigma Experimental em Engenharia de Software

- Como tantas outras disciplinas, a engenharia de software necessita de um ciclo próprio de construção de modelos, experimentação e aprendizado;
- Engenharia de software (também) é uma disciplina de laboratório;
- Devem existir práticos cujo papel é construir cada vez “mais barato” e “mais rápido” sistemas cada vez “melhores”, utilizando o conhecimento disponível;
- Devem existir pesquisadores que tentem entender a natureza dos processos e produtos de software e a da relação entre os dois no desenvolvimento e manutenção de sistemas;
- Comparado com outras disciplinas, a Engenharia de Software é uma disciplina muito nova (1967), e a área de experimentação ainda está na sua infância.

O Paradigma Experimental em Engenharia de Software

- A relação entre práticos e pesquisadores é altamente simbiótica:
 - Pesquisadores precisam de laboratórios para observar e manipular variáveis, **a indústria é o ambiente ideal**;
 - Práticos precisam entender como melhor construir e manter **seus sistemas**, os pesquisadores são quem melhor podem auxiliar nesta tarefa.



3. Engenharia de Software Experimental (ESE)

Natureza do Software

- **Software é desenvolvimento** e não produção
 - As fábricas de software quebram um pouco este paradigma
- A maioria das tecnologias são **intensivamente humanas**;
- **Software, domínio, e culturas variam muito.** Nem todo software é mesmo.
 - Existem um número enorme de variáveis envolvidas;
 - Seus efeitos são mal compreendidos e modelados;
- **Atualmente:**
 - Existem poucos modelos
 - Existe pouca compreensão dos limites de tecnologias
 - Existe pouca análise e experimentação controlada

Paradigmas de Pesquisa em ES

■ Paradigma Analítico

- Baseado em matemática
- Propõe uma teoria formal ou um conjunto de axiomas
- Deriva matematicamente um conjunto de resultados
- Está no cerne da ciência da computação e expõe a herança matemática de nossa área

■ Paradigma Experimental

- Observa o mundo ou soluções existentes;
- Propõe um modelo de comportamento ou solução melhor;
- Mede e analisa modelo experimentalmente
- Valida (ou refuta) hipóteses e modelo
- Repete o processo para evoluir o conhecimento

O Quê o Paradigma Experimental Envolve

- Observação
- Projeto experimental
- Coleta de dados
- Análise qualitativa ou quantitativa
- Avaliação do processo e produtos sendo estudados

Análise Qualitativa x Análise Quantitativa

■ Análise Quantitativa

- ☐ Medição controlada (normalmente intrusiva)
- ☐ Objetiva
- ☐ Orientada à Verificação

■ Análise Qualitativa

- ☐ Observação naturalística (normalmente não intrusiva)
- ☐ Entrevistas e questionários (normalmente intrusivas)
- ☐ Subjetiva
- ☐ Orientada à descoberta

Tipos de Estudos em ESE

Um estudo é o ato de descobrir algo desconhecido ou de testar uma hipótese, pode incluir todos os tipos de análise quantitativa e qualitativa.

■ Estudos Experimentais

- ☐ Voltado ao teste de hipóteses geralmente quantitativos
- ☐ Experimento controlados, quasi-experimentos, ou estudos pilotos

■ Estudos Observacionais

- ☐ Voltado à compreensão e descoberta geralmente são mais qualitativos que quantitativos
- ☐ Pesquisa qualitativa ou semi-qualitativa, entrevistas e levantamentos

O Estado da Disciplina Experimental em ES (1)

Aonde está o estado da disciplina de modelagem, experimentação e construção de modelos em ES?

- No começo ...
- Principal conferência mundial é o “International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement” (ESEM, antigo ISESE and Metrics).
- Outra é o “Empirical Assessment of Software Engineering” EASE.
- Principal evento “nacional” é o “Experimental Software Engineering Latin-American Workshop” (ESELAW), dentro do CIBSE.

O Estado da Disciplina Experimental em ES (2)

■ Uso de Modelos

- ☐ Modelos empíricos de custo e ocorrência de defeitos
- ☐ Modelos de processos
- ☐ Modelos de produtos (uso intensivo de modelos matemáticos)

■ Pouca Experimentação Historicamente

- ☐ Teóricos e práticos vêm seus modelos com auto-evidentes que não precisam ser testados
- ☐ Para qualquer modelo e tecnologia precisa-se testar as condições em que eles funcionam adequadamente.

Duas Questões a Serem Respondidas

- O quê estamos estudando e por que estamos estudando ?
 - ☐ Estudos de fatores humanos
 - ☐ Estudos de projetos e produtos
 - ☐ Métodos e técnicas
 - ☐ Estudos da organização e processos
- Qual o tipo e as características do estudo experimental ?
 - ☐ Estudos In Vivo
 - ☐ Estudos in Vitro
 - ☐ Estudos in Virtuo e in Silico

Tipos de Estudo Experimentais

■ In Vivo

- ☐ Envolve pessoas no seu próprio ambiente de trabalho em condições realistas de trabalho

■ In Vitro

- ☐ Realizado em condições controladas tais como em um laboratório ou um grupo fechado

■ In Virtuo

- ☐ Realizado em condições controladas onde os participantes interagem com modelos computacionais da realidade (simuladores)

■ In Silico

- ☐ Participantes e o mundo real são descritos por modelos computacionais (dinâmica de sistemas)

Definindo o que Vai se Estudar

■ Qual o objeto de estudo

- ☐ O quê será estudado: um processo, um produto, um modelo ?

■ Qual finalidade do estudo

- ☐ Caracterizar (o quê está acontecendo?);
- ☐ Avaliar (é bom?);
- ☐ Predizer (posso estimar seu comportamento futuro?);
- ☐ Controlar (posso manipular eventos e situações?);
- ☐ Melhorar (posso melhorar eventos e situações?)

■ Qual o foco

- ☐ Quais aspectos e variáveis do objeto de estudo são de meu interesse ?

■ Qual a perspectiva

- ☐ Quais grupos de pessoas estão interessadas no estudo ?



4. Definindo o Tipo de Estudo Experimental

Comece com o Objetivo

- O que você quer investigar e porque você quer investigar?

Exemplo: Avaliar se o método de projeto XYZ produz resultados melhores que o método ABC

Finalidade: Testar se os dados que você vai coletar confirmarão ou refutarão a hipótese

Escolhendo a Abordagem de Pesquisa

■ Levantamento de Campo (Survey)

Estudo Primário

- Trabalho de campo de levantamento de opinião de várias pessoas (caracterizando o universo consultado)

■ Estudo de caso

Estudo Primário

- Aplicação do objeto de estudo em um pequeno número de casos (caracterizando o ambiente de aplicação)

■ Pesquisa Ação

Estudo Primário

- Aplicação do objeto de estudo em um pequeno número de casos (caracterizando o ambiente de aplicação)
- Todavia o objeto de estudo também estará sendo desenvolvido, adaptado, ou evoluído durante o estudo

■ Experimento Controlado

Estudo Primário

- Aplicação do objeto de estudo e do tratamento de controle em vários casos sob condições fortemente controladas

■ Revisão ou Mapeamento Sistemático

Estudo Secundário

- Sintetizar a evidência, identificando, avaliando e interpretando todas pesquisas disponíveis em relação a uma questão específica

Defina Hipóteses em Termos Quantitativos

Defina hipóteses em termos quantitativos

- Em vez de: Avaliar se o método de projeto XYZ produz resultados melhores que o método ABC
- Defina algo do tipo: O código produzido pelo método XYZ produz um menor número de defeitos por milhares de linhas de código fonte que o método ABC

Defina a relação entre conceitos e medidas

- No exemplo anterior nós queremos medir qualidade e estamos usando número de defeitos para isto. Esta relação entre o que se quer e o que se mede deve ser documentado, e as vezes explicitado em modelos de relacionamento.

Identifique Seu Controle Sobre Variáveis

- Que outras variáveis podem afetar a variável sendo avaliada
 - Variável dependente: número de defeitos por milhares de linhas de código
 - Variáveis de estado: experiência do projetista com o método, experiência em projeto, tipo do sistema
- Determine quanto controle você têm sobre estas variáveis
 - Se você está coletando informação depois do fato e não tem nenhum controle – então você irá usar um survey;
 - Se você está coletando informação enquanto desenvolvimento e manutenção está acontecendo, mas não tem controle básico sobre variáveis comportamentais – então você irá fazer um estudo de caso;
 - Se o seu objeto de análise estiver sendo evoluído – então você irá fazer uma pesquisa ação;
 - Se você tem controle sobre a maioria das variáveis e controle sobre os participantes – você pode fazer um experimento controlado.
- Uma variável de contexto é uma variável de estado que assume um único valor sobre todos os meus estudos experimentais

Exemplo

- Suponha que você está avaliando o efeito de um método de projeto sobre a qualidade do software resultante
 - Se você não tem controle sobre quem está usando qual método, então você usa um estudo de caso para documentar os resultados;
 - Se você pode controlar quem usa cada método, quando e como estes métodos são usados, então você pode fazer um experimento controlado.

Experimentos *in-vivo* x *in-vitro*

- Experimentos in-vitro são feitos em laboratórios simulando a forma que eles aconteceriam no mundo real;
- Experimentos in-vivo são feitos no mundo real e monitorados à medida em que o uso do objeto de estudo realmente ocorre;
- Em engenharia de software, normalmente experimento controlados são feitos in-vitro e estudos de caso são feitos in-vivo.

Outros Pontos Importantes

- Em experimentos controlados você amostra sobre as variáveis de estado
 - Se experiência é importante você pode incluir pessoas com experiências bem distribuídas.
- Em estudos de caso você amostra das variáveis de estado
 - Se experiência é importante você escolhe para avaliação as pessoas com a experiência característica média de sua organização.
- Em experimentos controlados você pode facilmente definir a variável experimental, a de controle, e as variáveis de estado.
 - As variáveis de estados não devem variar ou devem ter variações igualmente distribuídas entre os tratamentos (controle e experimental)

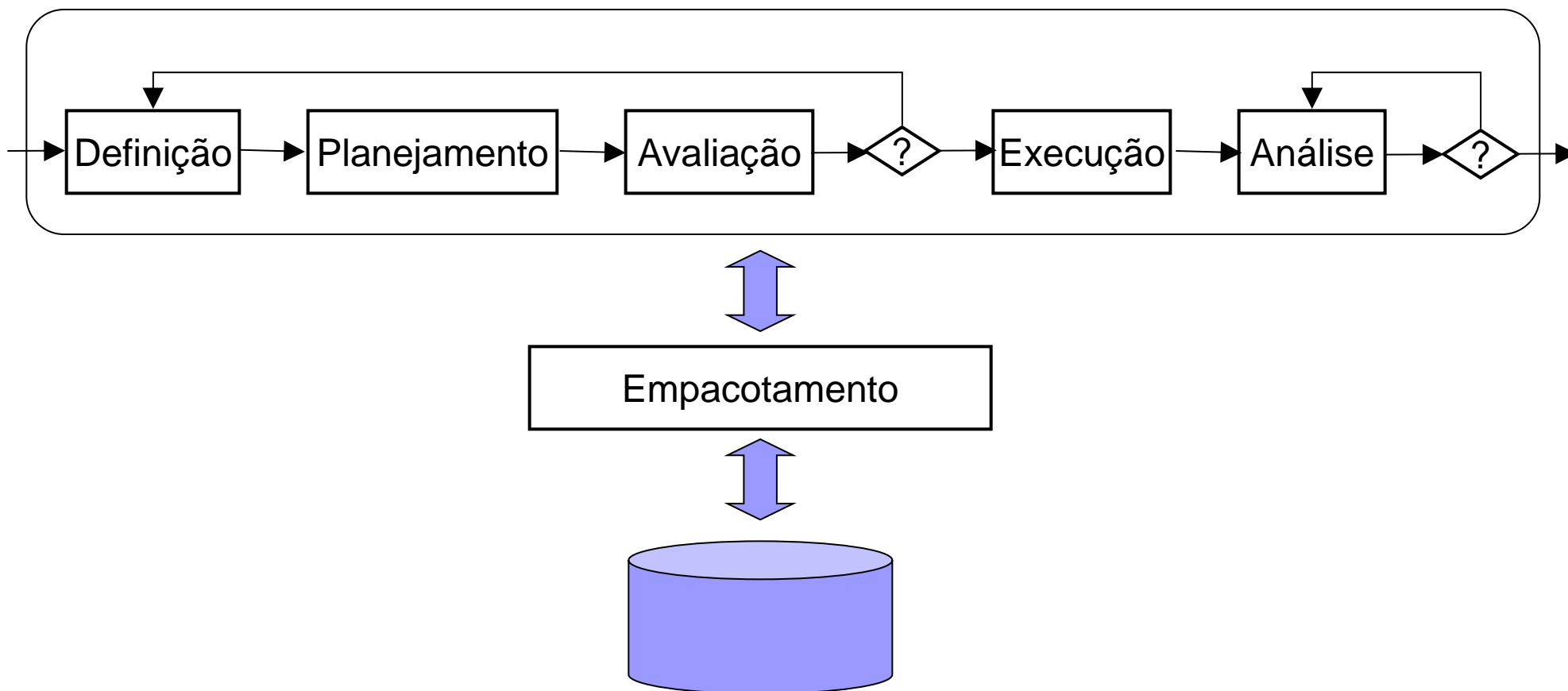
Fatores a se Considerar

Fator	Experimentos	Estudos de Caso	Survey
Nível de Controle	Alto	Baixo	Baixo
Dificuldade de Controle	Alto	Médio	Médio
Facilidade de Replicação	Alto	Baixo	Alta
Custo de Execução	Alto (in-vivo) Médio (in-vitro)	Médio	Baixo Médio
Riscos à validade	Baixo (in-vivo) Médio (in-vitro)	Médio	Baixo Médio

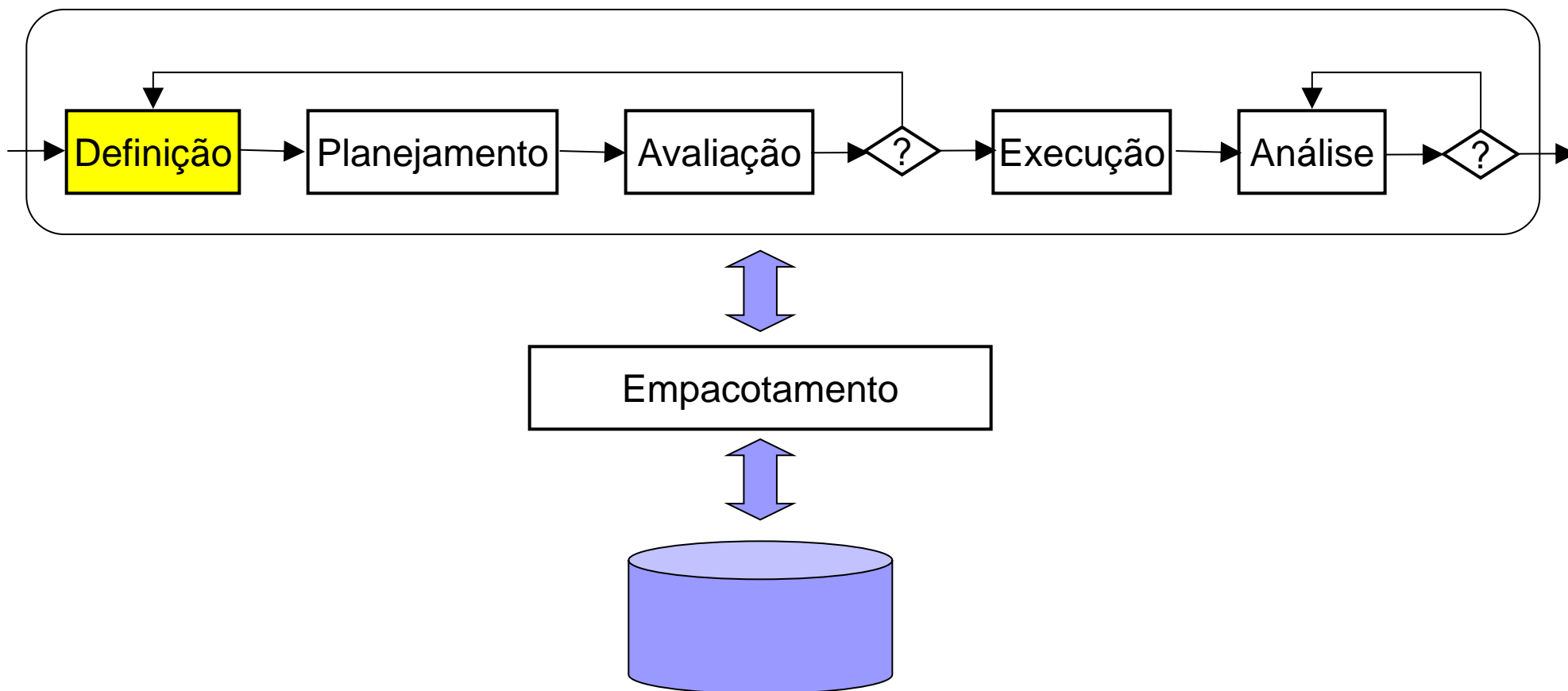


4. Definindo um Estudo Experimental

Processo de Experimentação



Processo de Experimentação



Definição (1)

■ Defina os Objetivos do seu estudo

- Sobre o quê você quer aprender, qual o objeto de análise, quais aspectos de interesse, qual a finalidade do estudo, sob qual ponto de vista e em que contexto o estudo será feito.

■ Traduza seu Objeto em hipóteses formais

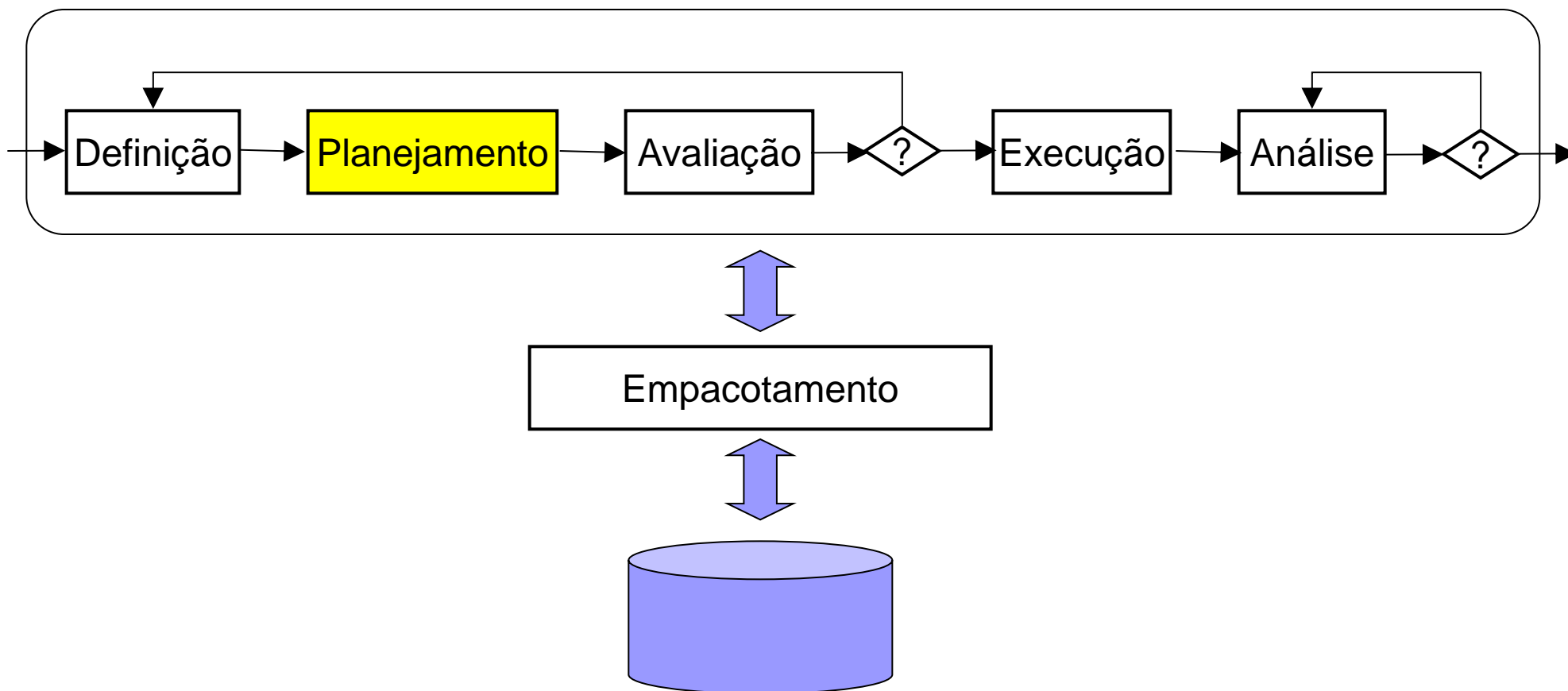
- Hipótese nula: não existe diferença entre tratamentos.
 - Exemplo: não existe diferença entre a qualidade do código produzido pelas técnicas de projeto XYZ e ABC.
- Hipótese alternativa: existe diferença entre os tratamentos.
 - Exemplo: técnica XYZ produz código de melhor qualidade que técnica ABC.

■ A hipótese nula é considerada verdadeira a não ser que os dados experimentais provem o contrário.

Definição (2)

- Descreva as informações iniciais do experimento
 - Identificação: título, tema, área, autor, data.
 - Caracterização: tipo de estudo, objeto de estudo, domínio, objetivo, linguagem, glossário, número de execução e replicação.
 - Introdução: trabalhos relacionados, caracterização do problema, organização do documento (isto terá que ser atualizado mais tarde).

Processo de Experimentação



Planejamento

- Defina formalmente o Estudo

- Gere projeto experimental para testar hipóteses

- O projeto experimental é um plano completo para avaliar as variáveis experimentais frente as variáveis de controle acompanhando e mitigando a influência das variáveis de estado

- Exemplo: Determinar o efeito do uso de C++ na qualidade resultante do código. O projeto experimental deve responder:

- Como qualidade é medida ?
 - Contra o que o uso de C++ será medido ?
 - Que variáveis influenciam as características analisadas ?
 - Qual destes fatores serão estudados, controlados e ignorados ?
 - Em que ambiente o experimento será rodado ?
 - Que formato experimental será usado ?
 - Quais os riscos à validade dos resultados ?
 - Como os resultados serão analisados ?

Planejamento Detalhado (1)

- Definição dos **objetos experimentais** e **objetos de controle**
- Definição de **variáveis independentes** e **dependentes**
- **Projeto Experimental**
 - Objetos, medidas, instruções, técnicas, formato experimental e tratamentos.
- Critérios de **seleção de participantes**, critérios de agrupamento de participantes, técnicas de amostragem a serem utilizadas
- **Instrumentação** e Recursos necessários: software, hardware, questionários, formulários
- Mecanismos de **Análise**
- Análise de **Validade**
 - Interna, externa, construção, instrumentação e conclusão.

Planejamento Detalhado (2)

■ Treinamento

- ☐ Aplicadores, participantes (processos, artefatos e técnicas)

■ Definição do Processo Experimental

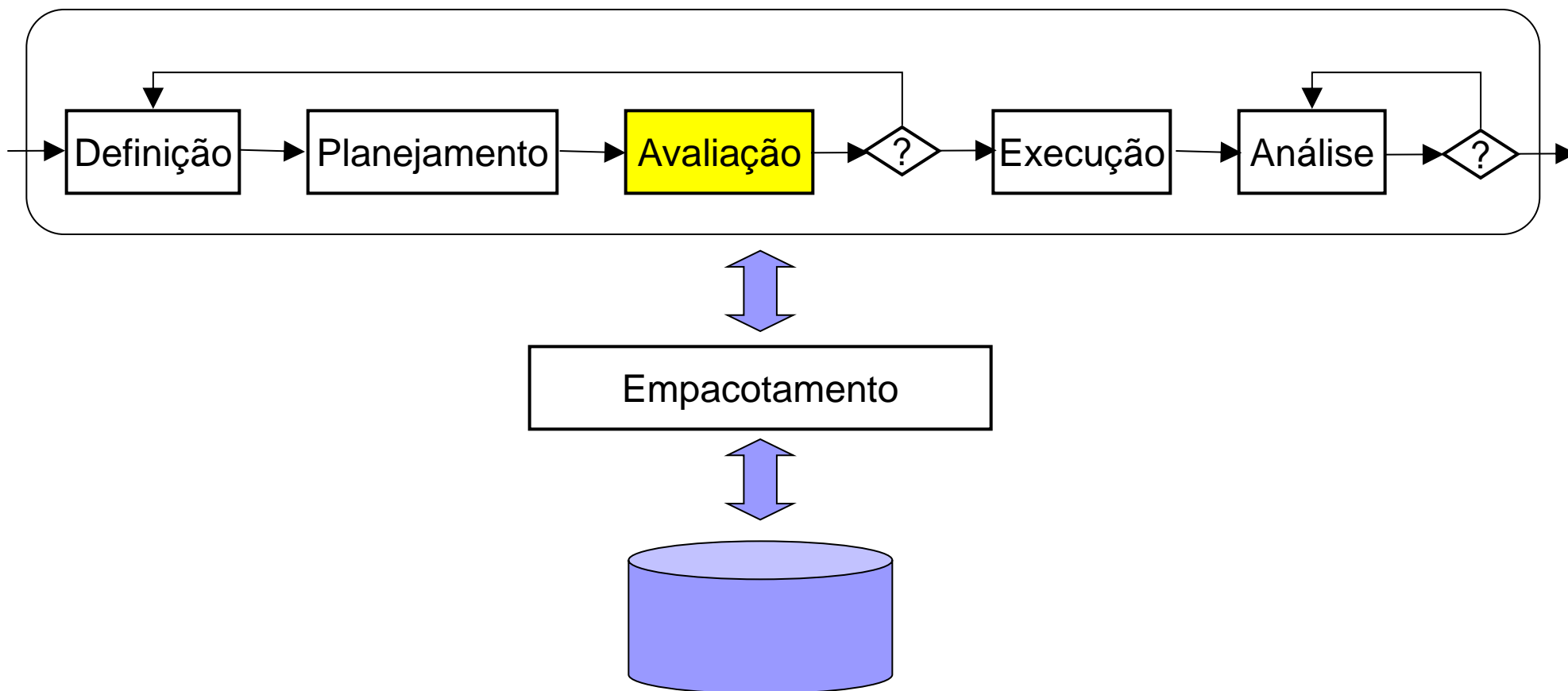
■ Procedimentos de Execução

- ☐ Objetivos
- ☐ Participantes
- ☐ Processo Experimental
- ☐ Artefatos Usados
- ☐ Resultados Esperados e Artefatos Resultantes (lições aprendidas e sugestões de modificação)

■ Custos experimentais

- ☐ Tempo por tipo de participante, custos de aplicação, custos de análise, custos de empacotamento e divulgação dos resultados

Processo de Experimentação



Avaliação do Planejamento

■ Consulte com especialistas

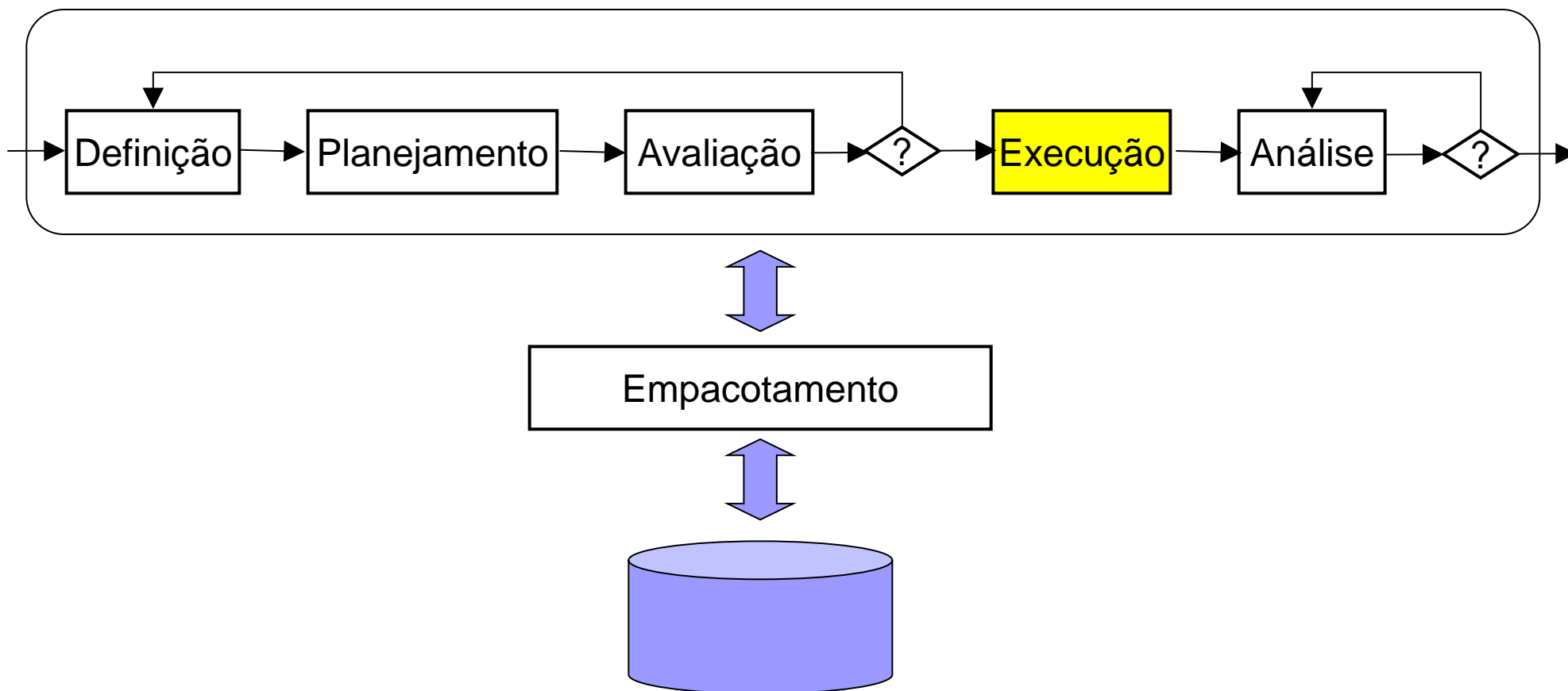
- ☐ Consulte com especialistas no domínio para avaliar seus artefatos experimentais
- ☐ Consulte com especialistas em ES para avaliar objetivos e projeto experimental
- ☐ Consulte com especialistas em ESE e estatísticos para avaliar formato experimental e planos de coleta e análise de dados

■ Se possível, rode um estudo piloto

- ☐ Rode uma versão simplificada do experimento para avaliar seu projeto e artefatos.

■ Redesenhe o experimento e melhore os artefatos conforme necessário

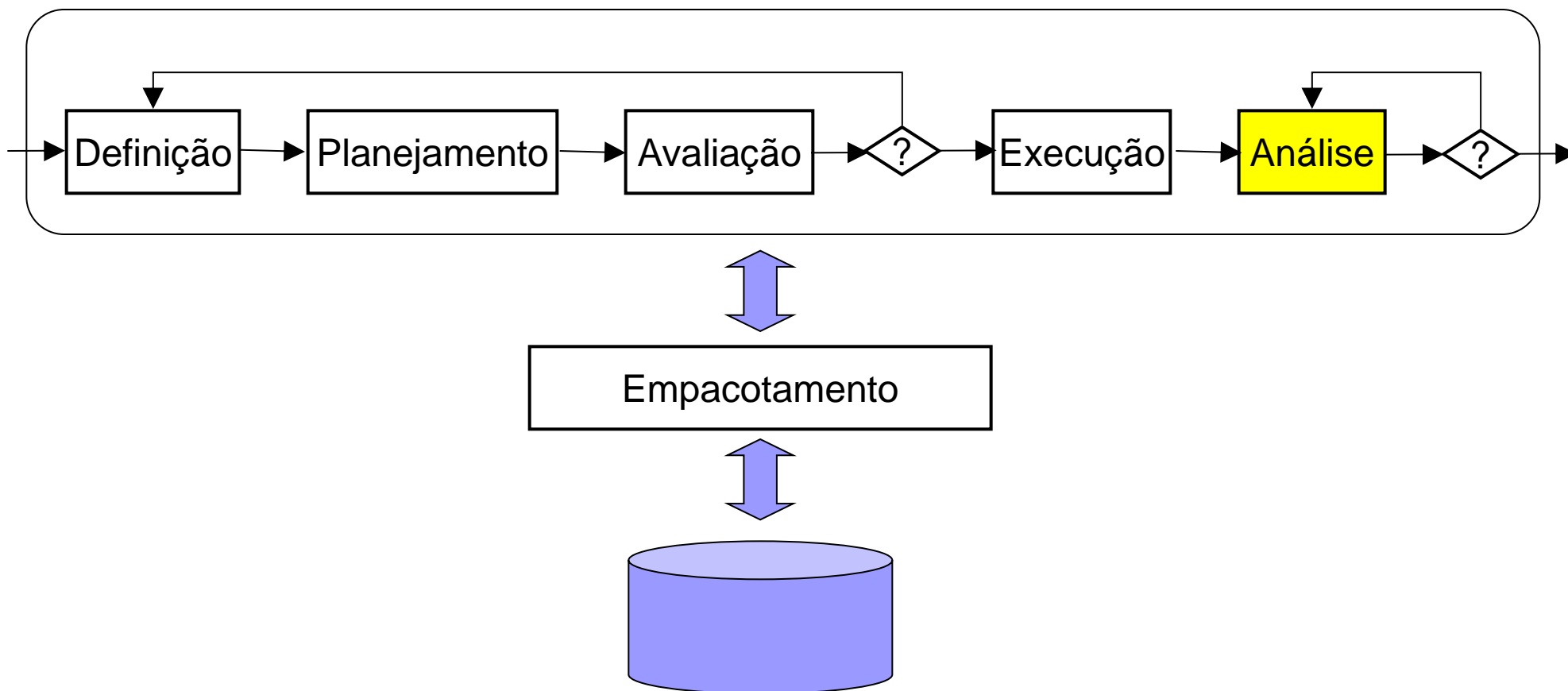
Processo de Experimentação



Execução

- Siga os passos especificados no plano;
- Aplique os tratamentos consistentemente, **não desvie do plano**
 - ☐ Desvios devem abortar o experimento
 - ☐ Não se deve “consertar” um experimento durante sua execução (ex. corrigir artefatos)
- Colete dados conforme descrito no plano.

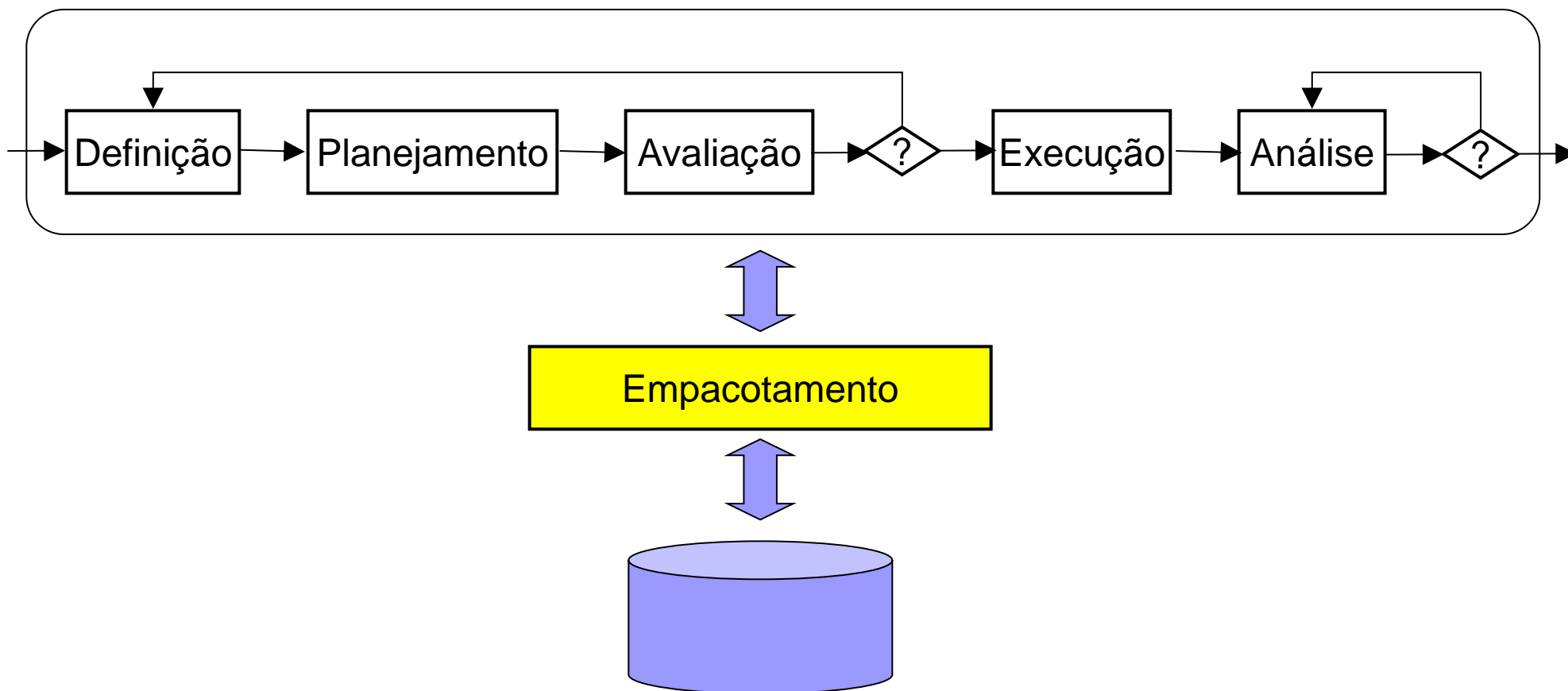
Processo de Experimentação



Análise dos Resultados

- Se possível **entreviste os participantes** para obter feedback:
 - ☐ Sobre os artefatos
 - ☐ Sobre o processo experimental
 - ☐ Para capturar sua impressão sobre os resultados
- **Revise os dados coletados** para verificar se eles são úteis e válidos
- **Organize os dados** em conjuntos para análise de validade, exploração e teste das hipóteses
- **Analise os dados** com base em princípios estatísticos válidos
- **Verifique** se as **hipóteses** são aceitas ou rejeitadas

Processo de Experimentação



Empacotamento

- **Documente resultados** e conclusões de forma que eles possam ser usados pelos seus colegas
- **Documente** todos os **aspectos importantes do experimento** de forma a facilitar a sua replicação
 - Objetivos, hipóteses, variáveis, tratamentos, e dados obtidos.
 - Instruções, descrição do processo experimental, ferramentas e artefatos, manuais e material de treinamento, etc.
- **Descreva** problemas encontrados, **lições aprendidas**, e sugestões de evolução do experimento e material utilizado.



Concluindo ...

- Decisões sobre tecnologias devem ser baseadas em raciocínio científico e evidência empírica
- O que esta apresentação deu foi uma introdução superficial aos conceitos de experimentação em ES
 - Se você quer fazer um experimento você tem que ler a bibliografia sobre o assunto e deve procurar um perito na área
- Projetos experimentais devem ser cuidadosamente planejados
 - São trabalhosos
 - Não dão resultado imediato
 - Precisa de apoio da gerência da empresa

- Por ser intensivamente humana, a ES tem características de experimentos em ciências sociais
 - Difícil de controlar
 - Difícil de coletar dados
 - Envolvem dados subjetivos e qualitativos
- Por usar fortemente ferramentas, pode ter partes automatizadas
 - Existe pouco? suporte automatizado para experimentação
- Quanto mais cuidadoso for o projeto e o controle
 - Mais confiança nos resultados
 - Melhor compreensão do problema
 - Mais efetivos são as nossas ações e os resultados obtidos

Endereços Interessantes

- ESELAW
 - CIBSE
- ESEM:
 - <http://www.esem-conferences.org>
- EASE:
 - www.cin.ufpe.br/~ease2013/
- International Software Engineering Research Network (ISERN):
 - <http://isern.iese.de>
- Experimental Software Engineering Latin-American Network (ESELAN) discussion list :
 - <http://listas.cos.ufrj.br/mailman/listinfo/eselan-l>

Bibliografia Básica

- Wohlin, C. Experimentation in Software Engineering, Kluwer Academic Publishers, 2000, 2a Edição 2012
- Juristo, N. and Moreno, A. Basics of Software Engineering Experimentation, Kluwer Academic Publishers, 2000.

Bibliografia Complementar

- Tichy, W. Should Computer Scientists Experiment More?, IEEE Computer, May 1998.
- Zelkowitz, M. and Wallace, D. Experimental Models for Validating Technology?, IEEE Computer, May 1998.
- Marcus Ciolkowski, Oliver Laitenberger, Sira Vegas, and Stefan Biffl. Practical Experiences in the Design and Conduct of Surveys in Empirical Software Engineering, In. R. Conradi and A.I. Wang (Eds.): ESERNET 2001-2003, LNCS 2765, pp. 104–128, 2003.
- Barbara A. Kitchenham, Tore Dybå, and Magne Jørgensen. Evidence-based Software Engineering. Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04), 2004.
- Basili, V., "Evolving and Packaging Reading Technologies." Journal of Systems and Software, 1997. 38(1): p. 3-12.
- Basili, V., R. Selby, D. Hutchens, "Experimentation in Software Engineering." IEEE Transactions in Software Engineering, 1986. 12 (7), 733–743.
- Basili, V., F. Shull, and F. Lanubile, "Building Knowledge through Families of Experiments." IEEE Transactions on Software Engineering, 1999. 25(4): p. 456-473.
- Biolchini, J., P. Mian, A. Natali, and G. Travassos, "Systematic Review in Software Engineering." Technical Report ES 679/05, PESC, Federal University of Rio de Janeiro, 2005. Available at <http://cronos.cos.ufrj.br/publicacoes/reltec/es67905.pdf>
- Brooks, A., M. Roper, M. Wood, J. Daly and J. Miller, "Replication of Software Engineering Experiments." Empirical Foundation of Computer Science Technical Report, EFoCS-51-2003, Department of Computer and Information Sciences, University of Strathclyde University, 2003. Available at <http://www.cis.strath.ac.uk/~efocs/home/Research-Reports/EFoCS-51-2003.pdf>
- Curtis, B., "Measurement and experimentation in software engineering." Proceedings of the IEEE, 1990 68(9) 1144–1157.

Bibliografia Complementar

- J. Daly, "Replication and a Multi-Method Approach to Empirical Software Engineering research." PhD Thesis, Department of Computer Science, University of Strathclyde, 1996.
- Glass, R., I. Vessey, and V. Ramesh, "Research in Software Engineering: An Analysis of the Literature," J. Information and Software Technology, vol. 44, no. 8, pp. 491-506, June 2002.
- Jedlitschka, A. and M. Ciolkowski, "Towards Evidence in Software Engineering." Proceedings of the 2004 International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE'04), Redondo Beach, California, pp. 261-270, 2004.
- Jedlitschka, A. and D. Pfahl, "Reporting Guidelines for Controlled Experiments in Software Engineering." International Software Engineering Network Technical Report, ISERN-55-01, 2005.
- Kamsties, E., C. Lott, "An empirical evaluation of three defect detection techniques." International Software Engineering Network Technical Report, ISERN-95-02, 1995.
- Kitchenham, B. "Procedures for Performing Systematic Reviews." Technical Report TR/SE-0401, Keele University, and Technical Report 0400011T.1, NICTA, 2004.
- Kitchenham, B., S. Pfleeger, L. Pikard, P. Jones, D. Hoaglin, K. El Emam, and J. Rosenberg, "Preliminary Guidelines for Empirical Research in Software Engineering." IEEE Transactions on Software Engineering, 2002. 28(8): p. 721-734.
- Lott, C., H. Rombach, "Repeatable Software Engineering Experiments for Comparing Defect-detection Techniques." Journal of Empirical Software Engineering, 1(3) 1997, 241-277.
- Maldonado, J., J. Carver, F. Shull, S. Fabbri, E. Dória, L. Martimiano, M. Mendonça, and V. Basili. "Perspective-Based Reading: A Replicated Experiment Focused on Individual Reviewer Effectiveness." Empirical Software Engineering - An International Journal, 11(1), to appear 2006.
- Miller, J. "Applying meta-analytical procedures to software engineering experiments." Journal of Systems and Software. 54(1), 2004, pp. 29-39.

Bibliografia Complementar

- Miller, J. "Replicating Software Engineering Experiments: A Poisoned Chalice or the Holy Grail." *Information and Software Technology*. 47(4), 2005, pp. 233-244.
- Shull, F., V. Basili, J. Carver, J. Maldonado, G. Travassos, M. Mendonca, and S. Fabbri. "Replicating Software Engineering Experiments: Addressing the Tacit Knowledge Problem." *Proceedings of International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE'02)*. 2002. Nara, Japan, 7-16.
- Shull, F., J. Carver, G. Travassos, J. Maldonado, R. Conradi, and V. Basili, *Replicated Studies: Building a Body of Knowledge about Software Reading Techniques*, in *Lecture Notes on Empirical Software Engineering*, N. Juristo and A. Moreno, Editors. 2003, World Scientific.
- Shull F., Cruzes D., Basili V. R., and Mendonca M., "Simulating Families of Studies to Build Confidence in Defect Hypotheses," *Information and Software Technology*, 47(15), pp. 1019-1032, 2005.
- Shull, F., M. Mendonca, V. Basili, J. Carver, J. Maldonado, S. Fabbri, G. Travassos, and M. Ferreira, "Knowledge-sharing Issues in Experimental Software Engineering." *Empirical Software Engineering - An International Journal*, 2004. 9(1): p. 111-137.
- Sjøberg, D., J. Hannay, O. Hansen, V. Kampenes, A. Karahasanović, N. Liborg, A. Rekdal, "A Survey of Controlled Experiments in Software Engineering". *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2006. 31(9): p. 733-753.
- Tichy, W., P. Lukowicz, L. Prechelt, and E.A. Heinz, "Experimental Evaluation in Computer Science: A Quantitative Study," *J. Systems and Software*, vol. 28, no. 1, pp. 9-18, Jan. 1995.
- Wood, M., J. Daly, J. Miller, M. Roper, "Multi-method research: an empirical investigation of object-oriented technology." *Journal of Systems and Software* 48(1) 13–26, 1999.
- Zendler, A. "A Preliminary Software Engineering Theory as Investigated by Published Experiments," *Empirical Software Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 161-180, 2001.