

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO
SETOR DE MODELAGEM MATEMÁTICA COMPUTACIONAL
Disciplina Introdução ao Projeto de Engenharia

Metodologia para Desenvolvimento do Projeto de Engenharia
Versão 2024.1

Prof. André Duarte Bueno

Macaé - 5 de março de 2024

Sumário

1	Metodologia para Desenvolvimento do Projeto de Engenharia	1
1.1	Introdução a metodologia utilizada	2
1.2	Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico	8
1.3	Etapa 1 - Elaboração do pré-projeto - esboço	18
1.4	Etapa 2 - Elaboração do contrato - detalhamento do pré-projeto	22
1.5	Etapa 3 - Modelagem de engenharia	25
1.6	Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e construção/implementação	29
1.7	Etapa 5 - Entrega do produto	34
1.7.1	Cronograma para 24 meses - projeto disciplinas	37
1.7.2	Cronograma para 36 meses - projeto TCC	38

Lista de Figuras

1.1	Etapas de gestão e desenvolvimento do projeto de engenharia - resumo	2
1.2	Etapas de gestão e desenvolvimento do projeto de engenharia	5
1.3	Nível de Maturidade Tecnológica ou TRL (<i>Technology Readiness Level</i>)	7
1.4	Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico	17
1.5	Etapa 1 - Elaboração do Pré-Projeto	19
1.6	Etapa 2 - Elaboração do contrato - detalhamento do pré-projeto	23
1.7	Etapa 3 - Modelagem de Engenharia	26
1.8	Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e construção	30
1.9	Etapa 5 - Entrega do produto	34

Capítulo 1

Metodologia para Desenvolvimento do Projeto de Engenharia

Apresenta-se aqui a metodologia a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de engenharia.

1.1 Introdução a metodologia utilizada

O software a ser desenvolvido utiliza a metodologia de engenharia de software apresentada na disciplina de introdução ao projeto de engenharia, ilustrado de forma compacta na Figura 1.1.

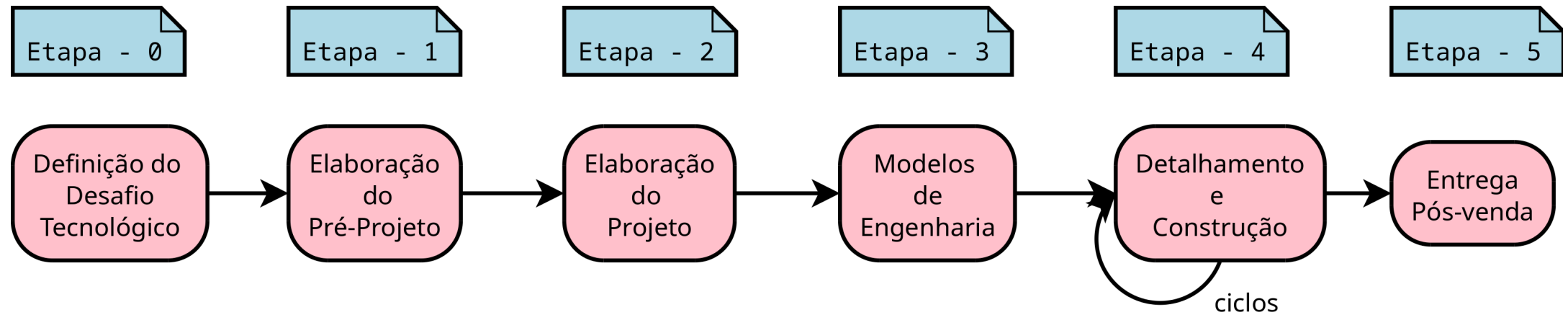


Figura 1.1: Etapas de gestão e desenvolvimento do projeto de engenharia - resumo

Esta metodologia é utilizada nas disciplinas:

- LEP01348 : Introdução ao Projeto de Engenharia.
 - Introdução a modelagem e projeto de engenharia (conceitos e definições);
 - Introdução à metodologia científica e a pesquisa científica e tecnológica (inovação);
 - O ciclo do projeto de engenharia e do método científico e tecnológico;
 - Administração e gestão de projeto (planejamento, execução, controle);
 - Administração – uso de metodologias ágeis; ferramentas git, github, github projects;
 - Exemplos aplicados ao TCC, engenharia de software e a engenharia de petróleo.
 - Desenvolvimento das etapas: 0,1,2,3.
- LEP01447 : Programação Orientada a Objeto em C++.
 - Conceitos de algoritmos e programação, sintaxe de C++.
 - Aprender a programar vendo a teoria e a prática com exemplos aplicados.
 - É possível dar desenvolvimento a partes da etapa: 4.

- LEP01446 : Projeto de Software Aplicado à Engenharia (antiga programação prática).
 - Desenvolvimento prático de um projeto de engenharia completo.
 - Ciclo Planejamento e Detalhamento (concepção - especificação e requisitos, elaboração, análise, projeto) e Ciclos de Construção (do software usando C++, testes do funcionamento do software; manutenção e documentação do software desenvolvido).
 - Uso de softwares: modeladores (dia, umbrello), editores (kate, gedit), compiladores (gcc/g++), montadores (make, cmake). IDEs (DEV C++, kdevelop, QtCreator). Sistemas de Controle de Versões (git, github). Entre outras ferramentas usadas no desenvolvimento de softwares de engenharia.
 - Desenvolvimento das etapas: 4,5.

A Figura 1.2 apresenta uma visão mais detalhada.

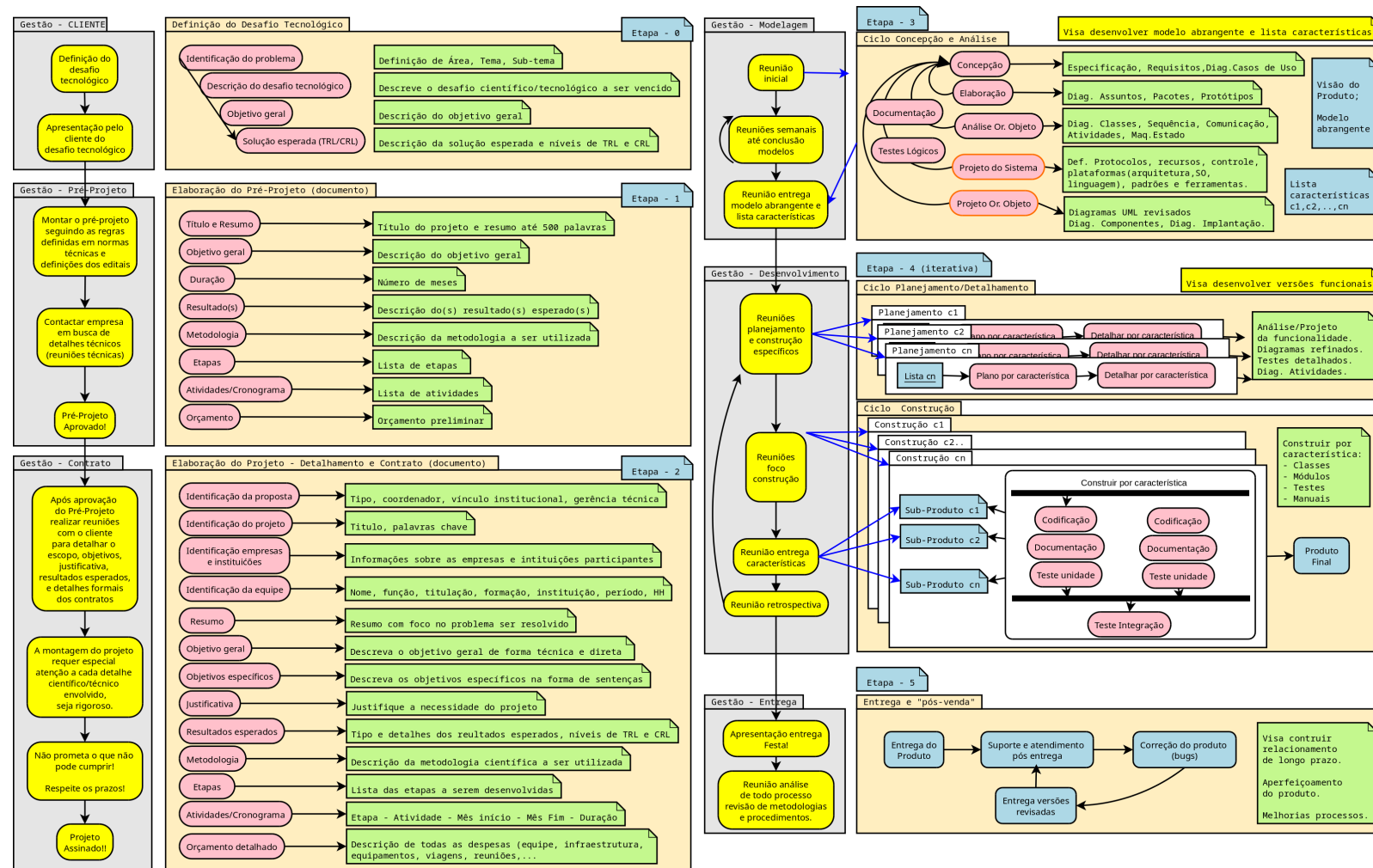


Figura 1.2: Etapas de gestão e desenvolvimento do projeto de engenharia

Entre as referências utilizadas podemos citar:

- UML: [Blaha and Rumbaugh, 2006, Rumbaugh et al., 1994].
- Projetos: [autores, 2017, Inc, 2021, Pires, 2012, Woiler, 1996].
- Gestão de Projetos: [Abrantes, 2020, de Logística e Tecnologia da Informação, 2011, Heldman, 2005, de Moura Menezes, 2018, Pahl, 2005, Valeriano, 2015, Rosa, 2007].
- Produtos: [Abrantes, 2020].

Note que existe uma relação direta com o conceito de Nível de Maturidade Tecnológica ou TRL (*Technology Readiness Level*) apresentado na Figura 1.3.

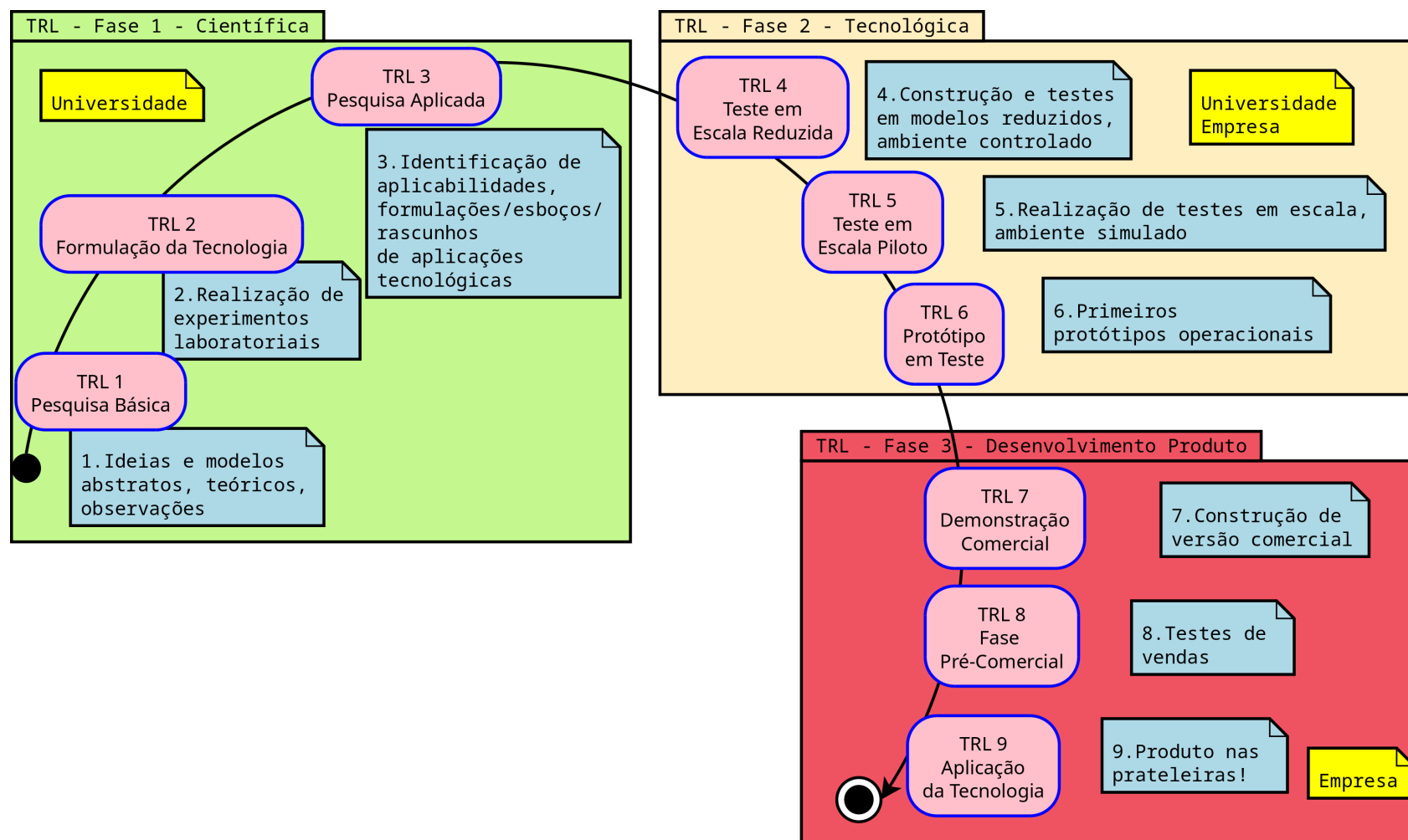


Figura 1.3: Nível de Maturidade Tecnológica ou TRL (*Technology Readiness Level*)

1.2 Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico

- A primeira etapa do processo de desenvolvimento do produto tecnológico é a definição, pelo cliente (um professor, um engenheiro de empresa), do problema a ser resolvido, o escopo do problema de engenharia. Deve apresentar o desafio tecnológico, o objetivo geral e a solução esperada. Veja Figura 1.4.
- Veja a seguir as sub-etapas associadas:
- O cliente interessado lê as informações da metodologia de desenvolvimento adotada na disciplina de "Introdução ao Projeto de Engenharia".
 - Entrar no link ProjetoEngenharia-1-TituloProjeto-Modelo e ler o documento com a metodologia
 - * Metodologia para desenvolvimento do projeto de engenharia (padrão Petrobras) (este documento)
 - Para entender os detalhes da metodologia pode olhar o modelo padrão para:
 - * "Proposta de Desafio Tecnológico" disponibilizado em <https://github.com/ldsc/LDSC-ProjetoEngenharia-1-PropostaDeDesafioTecnologico> (este documento segue um padrão Petrobras).
 - * "Modelo para o desenvolvimento do software de engenharia" disponibilizado em <https://github.com/ldsc/LDSC-ProjetoEngenharia-2-Software-TituloProjeto-ModeloCompleto> (inclui diretórios e documentos de suporte para desenvolvimento de todo projeto de engenharia incluindo códigos e testes).

- * Se ainda tiver dúvidas sobre a metodologia contactar o professor coordenador da disciplina
 - e-mail: bueno@lenep.uenf.br.
- Estando em acordo com a metodologia empregada o cliente deve informar o interesse em montar um desafio tecnológico. Neste caso enviar para o email bueno@lenep.uenf.br os seguintes dados:
 - Assunto do email:
 - * Proposta de Desafio Tecnológico: Título
 - Conteúdo do email:
 - * Nome do cliente (professor ou responsável na empresa)
 - Telefone:
 - E-mail:
 - Informar se já tem cadastro no *github* (informe o login no github se já tiver).
 - * Título do desafio tecnológico
 - Breve resumo/rascunho tecnológico [até 500 palavras]:
 - * Caso já tenha um ou mais alunos interessados informar o(s) dado(s) do(s) mesmo(s)
 - Nome do aluno:
 - Telefone:

- E-mail:
- Informar login do alunos no *github*:

Nota: limite padrão de até 3 alunos por projeto.

- O coordenador da disciplina de introdução ao projeto de engenharia analisa os dados e dá um retorno.
 - Toda proposta deve incluir o desenvolvimento de um software em C++, podendo ser um software educativo (simuladores didáticos), um software que resolva algoritmos de engenharia (algoritmos computacionais), desenvolvimento de uma biblioteca computacional que dê suporte a problemas típicos de engenharia, simuladores de problemas relacionados a engenharia de petróleo, simuladores relacionados a problemas de geologia, geoquímica, geofísica, petrofísica, engenharia de poço, engenharia de elevação e escoamento, engenharia de reservatório; simuladores que tratem de problemas numéricos utilizando volumes finitos, diferenças finitas ou elementos finitos. Simuladores que envolvam o uso de IA - Inteligência Artificial e aplicações. Em resumo, devem tratar da solução de problemas de engenharia de petróleo e/ou modelagem computacional aplicada à engenharia.
 - Uma proposta que esteja fora do escopo das disciplinas de modelagem computacional será rejeitado. Por exemplo, uma proposta que envolva apenas a parte de experimentos de laboratório sem o desenvolvimento dos softwares associados será rejeitada.
 - Caso o rascunho da proposta de desafio tecnológico seja rejeitado, explica os motivos, possibilitando correções e reenvio da

proposta¹.

Nota: No PPC - Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Petróleo, o TCC - Trabalho de Conclusão de Curso, pode ser desenvolvido de diferentes formas: Monografia (indivíduo) ou Projeto de Engenharia (indivíduo ou grupo). Este documento trata apenas do projeto de engenharia. Se estiver interessado em desenvolver sua IC - Iniciação Científica no formato tradicional de monografia, veja o modelo

<https://github.com/ldsc/ModeloDiretorio-Aluno-Bolsista-TCC-IC-MSD-DSC-Projeto>.

- Caso a proposta de desafio tecnológico seja aprovada, o coordenador da disciplina informa o cliente (e alunos caso já tenha).
 - O cliente e alunos que ainda não tem cadastro no *github*, devem se cadastrar e informar ao professor Bueno o login dos membros da equipe.
 - * Enviar email:
 - Assunto: Título do projeto.
 - Conteúdo: nome e login no *github* dos membros da equipe.

- O coordenador da disciplina

¹

* Note que esta metodologia pode ser aproveitada para desenvolver projetos de engenharia que não sejam de software, mas, neste caso, precisa encontrar professores para acompanhar as atividades e não será válido para a disciplina Projeto de Software Aplicado à Engenharia.

- Clona o modelo de projeto da disciplina, criando um projeto novo, com o título do projeto informado (armazenado no site <https://github.com/ldsc>).
- Adiciona no projeto o cliente (professor/engenheiro) e alunos (caso já tenha os alunos).
 - * Note que para adicionar o cliente e alunos no projeto é necessário o cadastro prévio dos mesmos no *github*.
- Envia para o cliente e alunos o link do *github*, de forma que todos poderão acessar o projeto no modo leitura e escrita.
- O cliente
 - Baixa o modelo de projeto criado para sua máquina usando o *link* informado.
 - Acessa o modelo de documento com a descrição do desafio tecnológico.
 - * Se ainda não tem o LyX instalado deve fazer a instalação.
 - * Caso não saiba usar o LyX pode gerar a proposta de desafio tecnológico usando outro editor (como word ou *google docs*) e repassar para o aluno para que coloque no formato do LyX. Os alunos sabem usar o LyX, vem o mesmo na disciplina de projeto.
 - Preenche os dados do desafio tecnológico.
 - Gera o pdf associado.
 - Envia os arquivos gerados para o servidor do *github* (lyx e pdf).

* Comandos:

```
cd diretórioComOProjeto
```

```
git add .
```

```
git commit -m "Gerado o desafio tecnológico: titulo"
```

```
git push
```

* Note que as propostas de desafios tecnológicos podem ser submetidas sem que tenhamos alunos interessados, neste caso ficam num banco de dados disponibilizado aos alunos no site do *github*. Na prática a intenção é termos a disposição dos alunos uma série de desafios tecnológicos a serem resolvidos, assim a equipe de alunos escolhe um desafio que lhe interessa (semelhante a feira de ideias usada na pós-graduação).

• Requisitos:

– O cliente e alunos devem ter ciência:

– Prazo:

* O prazo total para execução do projeto é de 18 a 24 meses se estiver limitado ao conjunto de disciplinas de modelagem computacional.

* Projetos de até 36 meses podem ser desenvolvidos se for o trabalho de TCC na forma de projeto de engenharia. Neste caso

teremos mais "ciclos de desenvolvimento" (Figura 1.8). Ou seja, um projeto de engenharia desenvolvido nas disciplinas de programação poderá ser um TCC se atender as exigências, normalmente o projeto da disciplina é ampliado e melhorado.

- * Por exemplo, o projeto de engenharia de Guilherme e Nikolas posteriormente virou o TCC deles. Adicionaram novas funcionalidades e interface gráfica em Qt.

– Escopo:

- * O projeto deve estar no escopo do curso, competências e habilidades listadas no PPC (para ter uma ideia rápida olhe a lista de disciplinas da grade, olhe os projetos desenvolvidos pelos professores, olhe as atividades de empresas de engenharia que trabalham com inovação científica e tecnológica).
- * O projeto deve ter orientador ou co-orientador do LENEP.
- * O projeto deve envolver o desenvolvimento de um software.

– Softwares utilizados:

- * LyX: Os documentos do projeto seguem um modelo pré estabelecido que usa o editor de texto LyX.
 - O software editor LyX é apresentado aos alunos em sala de aula e temos manuais e vídeos disponibilizadas na internet e *google classroom*.
 - O software editor LyX tem sido usado pelos nossos alunos desde 2004. Seu uso requer leitura e aprendizado do uso do LyX (e conceitos básicos de TeX/LaTeX).
- * Git/Github: Requer o conhecimento do mecanismo de trabalho em equipe usando os softwares *git* e *github*.

- O software *git* é apresentado aos alunos em sala de aula e temos manuais e vídeos disponibilizadas na internet e google classroom.
- O software *github* é apresentado aos alunos em sala de aula e temos manuais e vídeos disponibilizadas na internet e *google classroom*.
- * Umbrello: A parte de modelagem envolve o uso do modelador *umbrello*.
- * Compilador: A parte de desenvolvimento do software requer conhecimentos de C++, da biblioteca padrão de C++ e ferramentas como compiladores (gcc/g++, clang), editores específicos (*emacs*, *vscode*), IDEs.
- * Uma lista com todos os softwares é apresentada na seção 1.7.2.
- Modelagem física-matemática, modelagem química-matemática, modelagem numérica-computacional, modelagem de engenharia
 - * Os membros da equipe devem compreender os conceitos de matemática, física, química, algoritmos e de engenharia associados ao desafio tecnológico escolhido.
 - * No Capítulo de Elaboração os alunos devem desenvolver todo o raciocínio lógico, apresentar as ideias, as equações e modelos.
- Equipes:
 - * A montagem da equipe é ponto central e deve ser realizada com cuidado.
 - * Esteja atento para os seguintes pontos:

- O tema do projeto deve ser de interesse dos membros da equipe.
 - Fugam de temas que parecem fáceis mas não são interessantes (escolha algo que gosta, que tem interesse efetivo, pois como é um trabalho de longo prazo, para se manter motivado, o tema tem de ser de seu interesse).
 - Os membros da equipe devem conseguir se reunir fisicamente e na forma *online* para esclarecimento das atividades desenvolvidas e apoio mútuo no esclarecimento de dúvidas dos problemas associados (teóricos e práticos).
 - Um aluno que tenha reprovado numa das disciplinas poderá continuar na mesma equipe e projeto (mas a defesa final individual só ocorre quando matriculado oficialmente na disciplina).
 - O aluno também poderá mudar de equipe e tema, mas isso deve ser evitado pois usualmente gera atrasos.
- Defesas:
- * O projeto tem defesa em equipe (ideia geral) e defesas individuais (para confirmar a efetiva participação e a capacidade de desenvolver novas coisas solicitadas pelo professor).

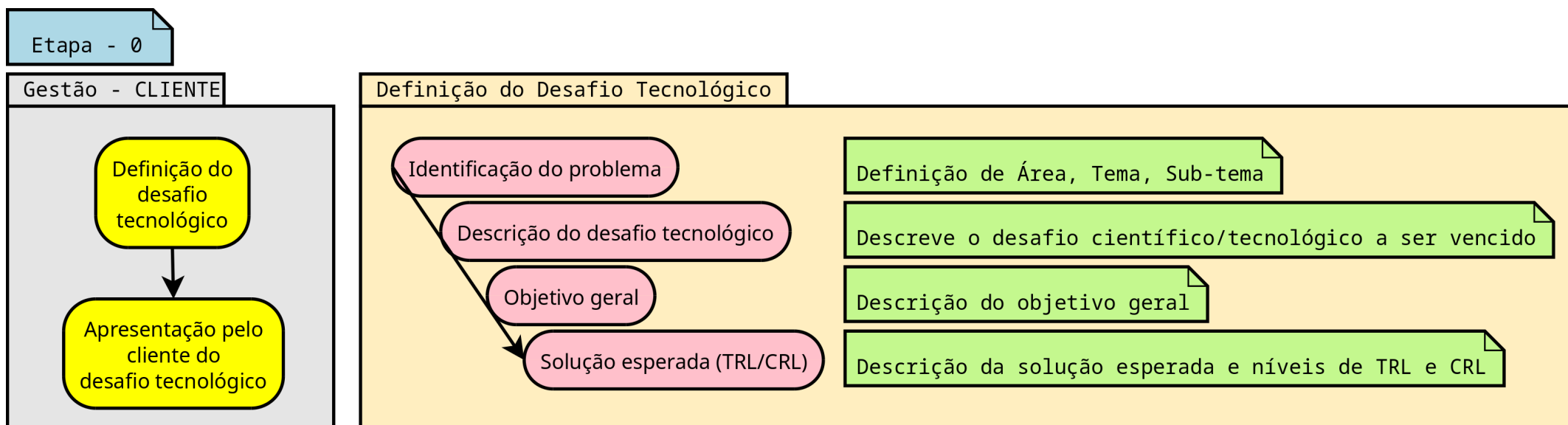


Figura 1.4: Etapa 0 - Definição do desafio tecnológico

1.3 Etapa 1 - Elaboração do pré-projeto - esboço

Após aprovação do desafio tecnológico, criação do projeto no *github* e adição dos membros, a equipe deve elaborar o pré-projeto. A sequência é apresentada na Figura 1.5.

Nota: este modelo segue como exemplo o modelo de desafio tecnológico adotado pela Petrobras.

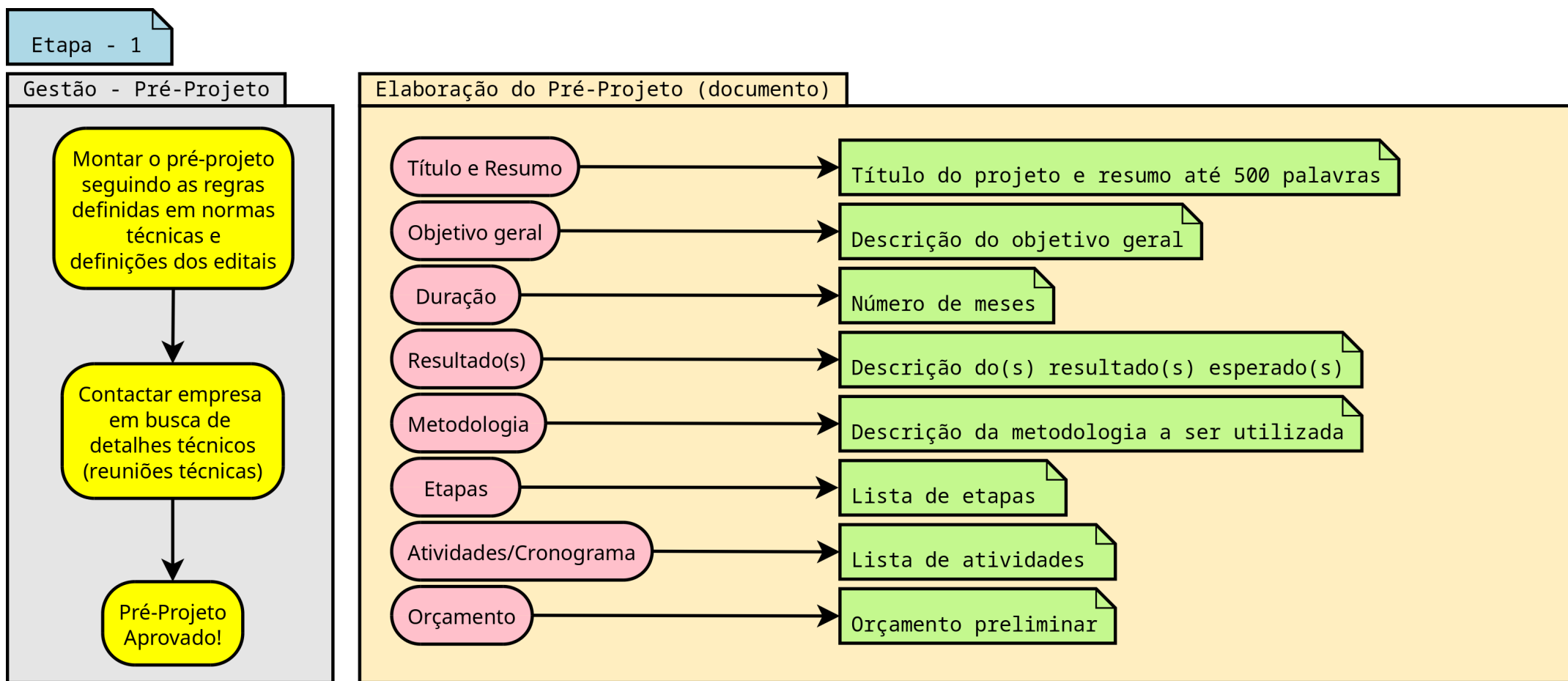


Figura 1.5: Etapa 1 - Elaboração do Pré-Projeto

- A equipe elabora o pré-projeto.
- Os alunos encaminham o pré-projeto.
 - Os encaminhamentos são sempre pelo *github*.
- O pré-projeto deve ser aprovado pelo cliente que elaborou o desafio e pelo coordenador da disciplina.
 - Note que temos um desafio tecnológico definido pelo cliente e pré-aprovado pelo professor e um projeto no *github* (vazio).
 - Note que os alunos elaboraram um pré-projeto (rascunho de solução preliminar), tendo como base o desafio tecnológico e seu entendimento do que deve ser feito.
 - Note que este pré-projeto deve ser aprovado pelo cliente.
 - Esta análise é necessária para evitarmos problemas de entendimento do que deve ser feito.
 - Tanto o cliente quando a equipe de alunos devem estar de acordo com o que será realizado antes da elaboração do projeto detalhado/executivo² e do contrato.
 - * Notem que esta sequência é a sequência adotada pela Petrobras no seu sistema de desafios. Somente depois de aprovado o pré-projeto é que temos acesso ao sigitec para montagem do projeto com definição de equipamentos, pessoal, orçamentos

²

* Em engenharia um projeto detalhado é chamado de projeto executivo, o mesmo requer muito trabalho para ser elaborado e normalmente é cobrado.

e cronogramas.

Notem que temos alguns requisitos que devem ser aprimorados nas disciplinas e ao longo do desenvolvimento do projeto para efetivo aprendizado das competências e habilidades associadas ao desenvolvimento de projetos de engenharia.

- Uso do *LyX*:
 - Sugere-se ler o tutorial e manual de uso do software.
- Uso do *git/github*:
 - É necessário assistir vídeos e ler material sobre os softwares *git* e *github*.
 - Sugere-se que criem seu próprio repositório e pratiquem os comandos e ações de uso do *git* e *github* antes de executar os comandos diretamente no projeto.
 - Matenham *backups* dos arquivos.
 - Importante executar os comandos com calma, prestando atenção, lendo as mensagens apresentadas.
- Uso do *github/Projects* ou *trello* para gestão das atividades:
 - Conceitos de administração/gestão usando uma metodologia *kanbam*.

1.4 Etapa 2 - Elaboração do contrato - detalhamento do pré-projeto

Aprovado o pré-projeto podemos escrever o projeto em sí, o mesmo inclui mais detalhes das instituições envolvidas, objetivos específicos, justificativa e resultados esperados, além de cronograma e orçamento. A sequência é detalhada na Figura 1.6.

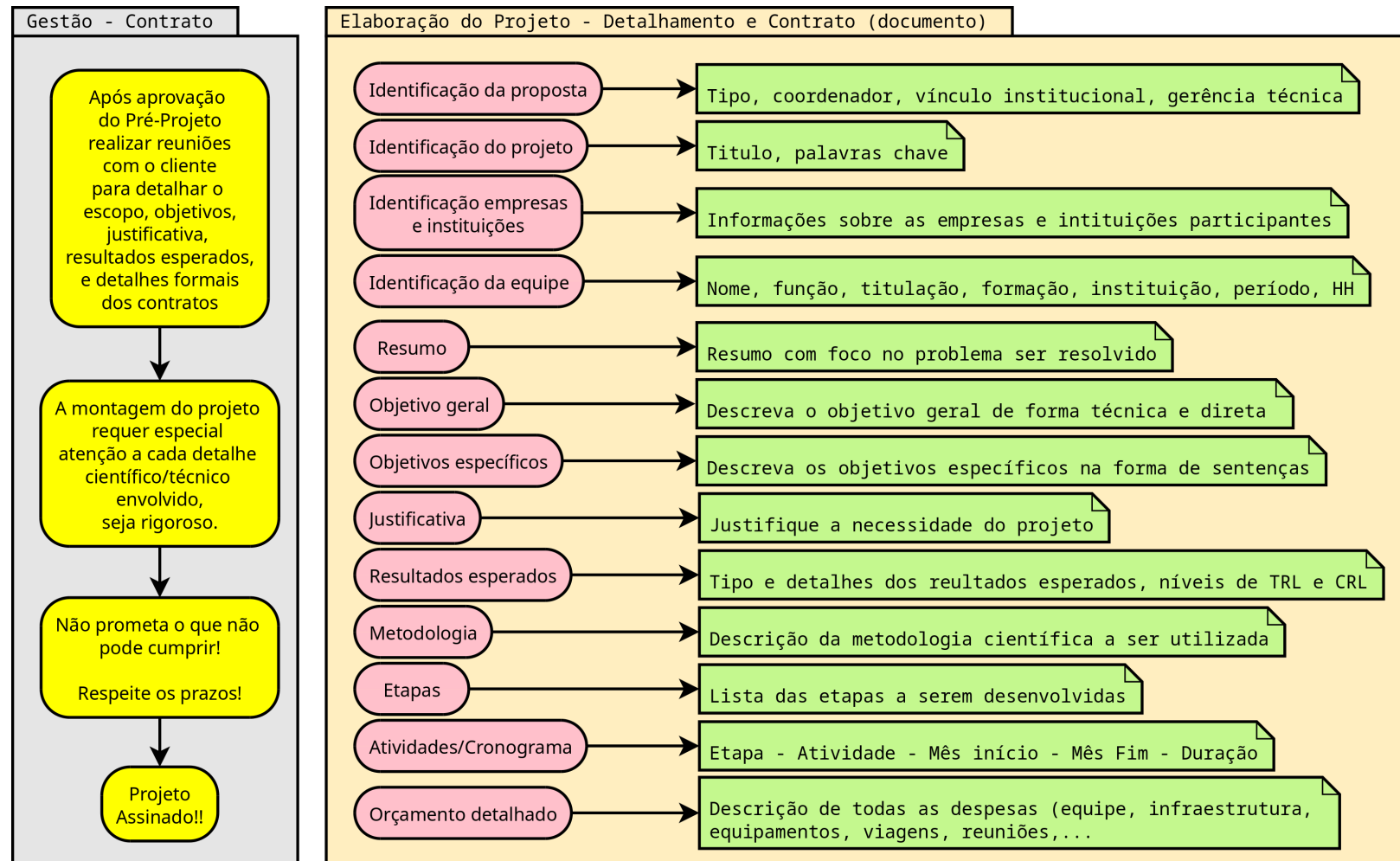


Figura 1.6: Etapa 2 - Elaboração do contrato - detalhamento do pré-projeto

- Após aprovação do pré-projeto os alunos detalham o mesmo gerando o contrato.
 - Os dados do pré-projeto podem ser copiados para o projeto.
 - A seguir tudo deve ser mais detalhado.
 - As etapas associadas devem ser bem definidas.
 - O cronograma deve ser realista.
 - O orçamento deve ser bem realizado. Por exemplo, para realização do projeto serão necessários computadores com determinada configuração, os mesmos devem ser orçados³.
 - Toda parte conceitual precisa ser melhor detalhada, não pode haver dúvida sobre o que de fato vai ser feito.

3

* Esta etapa cobre requisitos da grade associados a temas de administração que foram exigidos para aprovação do projeto pedagógico.

1.5 Etapa 3 - Modelagem de engenharia

A etapa de modelagem de engenharia é apresentada em detalhes na disciplina *Introdução ao Projeto de Engenharia*, os alunos aprendem os conceitos associados e colocam em prática fazendo modelos e diagramas. Também é material de trabalhos entregues via *google classroom* e provas.

Nesta etapa a equipe usa o modelador *umbrello* para desenvolver os modelos de software através da metodologia UML - *Unified Modeling Language*, em português *Linguagem de Modelagem Unificada*. Detalhas da UML consulte o site da organização internacional que a regulamenta <https://www.uml.org/>.

A sequência desta etapa é detalhada na Figura 1.7.

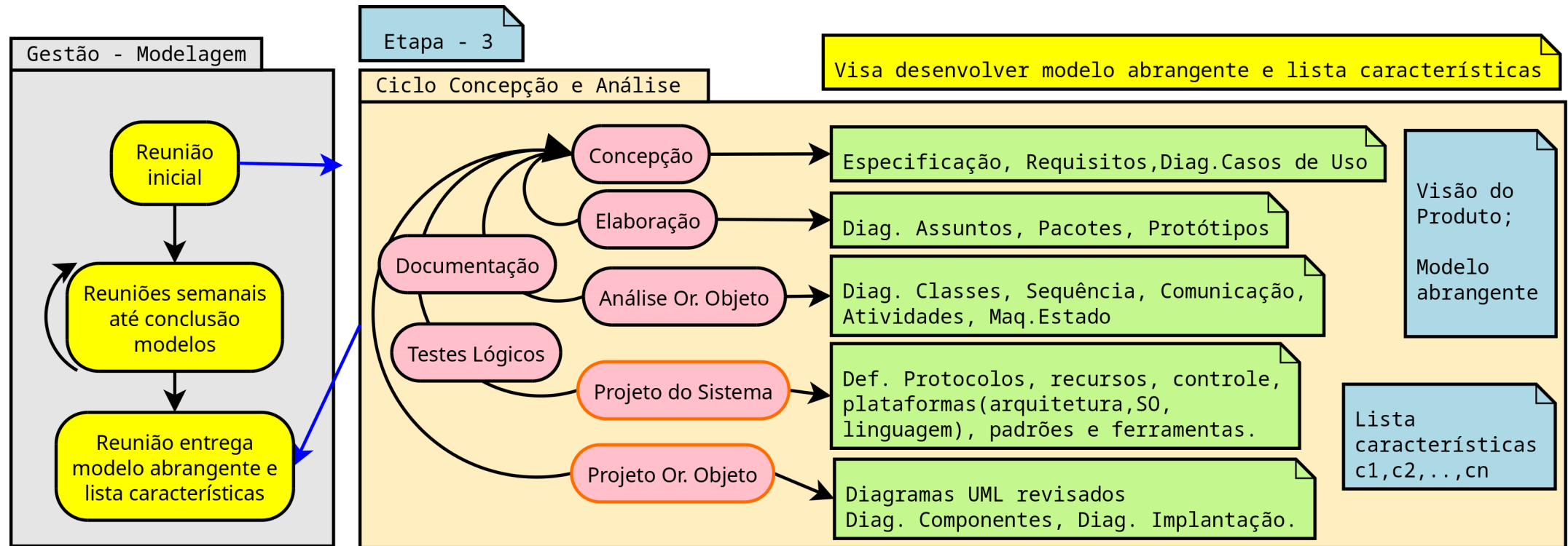


Figura 1.7: Etapa 3 - Modelagem de Engenharia

- Nesta etapa os alunos devem desenvolver um modelo abrangente do sistema de software a ser desenvolvido. Passa pelas etapas de:
 - Concepção: especificação, requisitos e diagramas de caso de uso.
 - Elaboração: estudo do problema em livros de engenharia.
 - Análise Orientada a Objeto: desenvolvimento dos modelos.
 - Projeto do Sistema: definição de protocolos, recursos, controle e plataformas, padrões e ferramentas.
 - Projeto Orientado a Objeto: revisão dos modelos considerando as decisões do projeto do sistema.
 - Realização de Testes Lógicos: testar logicamente os modelos desenvolvidos.
 - Documentação: geração dos documentos de modelagem e diagramas associados.
 - Geração da Lista de Características ou *features*: lista das funcionalidades que serão implementados.

- Observações:

- Um dos objetivos desta modelagem é o aluno, futuro engenheiro, aprender a lidar com o todo e suas partes, com a separação da estrutura (partes estáticas), e a parte dinâmica (objetos se relacionando). Identificar e ver o sistema dos pontos de vista macro e micro.
- O modelo repassado aos alunos facilita este trabalho, pois além de já estar formatado contém dicas e sugestões práticas.
- Temos mais de 40 projetos disponibilizadas no site do <https://github.com/ldsc>, a grande maioria desenvolvida por ex-alunos.
- É fundamental gerar uma documentação que dê uma visão clara de todo o sistema, mas, nesta etapa, não é necessário pormenorizar tanto. Por exemplo, os diagramas de máquina de estado e diagramas de atividades aparecem pouco aqui. O detalhamento da parte micro será feita nos ciclos de desenvolvimento.
- Outras imagens detalhando esta etapa estão disponibilizadas neste link.

1.6 Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e construção/implementação

Esta etapa é apresentada na Figura 1.8.

Temos duas atividades principais:

- Ciclo planejamento/detalhamento:
 - Usa-se o modelador *umbrello* para desenvolver os modelos micro do software (ex.: diagramas de atividades).
 - É neste momento que os algoritmos de cálculo são detalhados através dos diagramas de atividade (nome classe::NomeMétodo).
 - Havendo necessidade detalhe o comportamento dos objetos usando diagramas de máquina de estado (nome classe).
- Ciclo de construção:
 - Usa-se o modelador UML para gerar uma casca inicial do software para diferentes linguagens de programação, incluindo C++.
 - * Note que o *umbrello* pode exportar e importar códigos, sendo possível atualizar os diagramas após alterações nos códigos.
 - Usa-se uma IDE ou editor de texto para implementar os códigos (ex: *vscode*, *emacs*).
 - Usa-se um compilador.
 - Uma lista completa dos softwares utilizados é encontrada na seção 1.7.2.

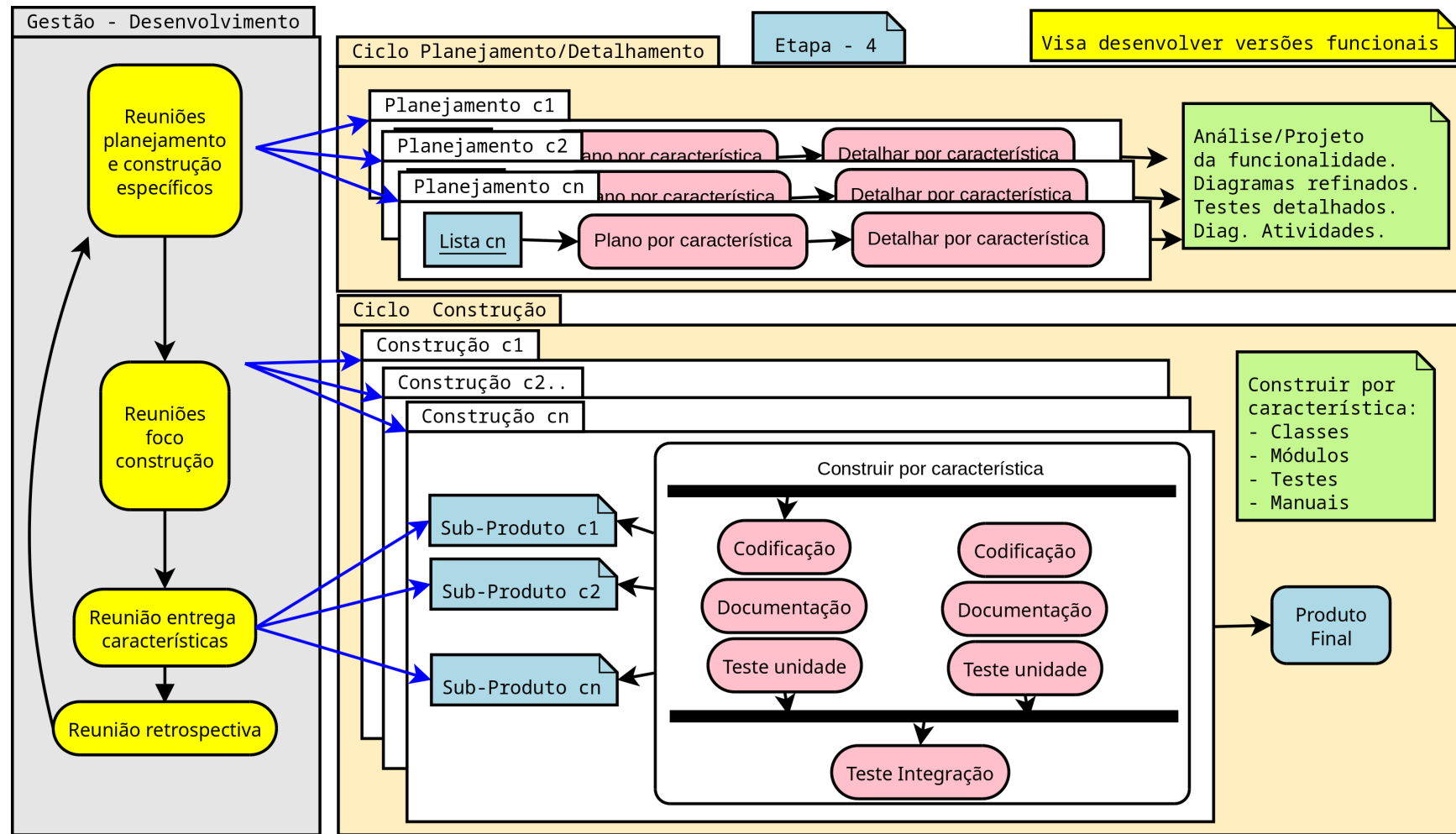


Figura 1.8: Etapa 4 - Ciclos de planejamento, detalhamento e construção

- A cada ciclo de planejamento, detalhamento e construção, a equipe seleciona um grupo de funcionalidades/*features* a serem implementadas.
- O conjunto de funcionalidades a serem implementadas devem "caber" dentro do prazo do ciclo e estar de acordo com o cronograma.
- A seguir é feito um planejamento detalhado das características a serem implementadas, refinando os diagramas e adicionando novos diagramas, como exemplo diagramas de máquina de estado mais detalhados e diagramas de atividades. É neste momento que diversos detalhes micros aparecem e devem ser escritos, tanto a estrutura (diagrama de classes), como a dinâmica (diagramas de comunicação, máquina de estado e atividades) são revistos.

Nota: Lembre-se que os diagramas visam dar aos membros da equipe de engenharia uma visão clara dos conceitos/classes/funcionalidades a serem implementadas. Não é necessário exagerar, criando diagramas para conceitos simples ou algoritmos e rotinas amplamente conhecidos. Uma forma de identificar se determinado diagrama é necessário é verificar se todos os membros da equipe entendem determinado conceito sem os diagramas, caso afirmativo, o diagrama é desnecessário. Faça diagramas para partes mais complexas e que requeiram algoritmos mais exigentes.

- A construção ou implementação dos códigos deve ser feita seguindo-se as normas e procedimentos padrões usando as melhores práticas:
 - Na disciplina damos preferência para uso de editores modernos como emacs, vscode, com plugins e funcionalidades adequadas instaladas. Escolha um editor, a seguir leia os manuais e tutoriais de uso para um melhor rendimento.

- Existem centenas de IDEs, só podemos dar ajuda nos padrões utilizados na disciplina. Isto significa que se a equipe/aluno usar outras ferramentas faz isso por sua conta e risco pois não terá nenhum tipo de suporte.
- Os manuais são gerados obrigatoriamente no LyX.
 - * Visa ensinar a usar editores profissionais.
- Os modelos UML devem ser gerados em plataforma que permita que alunos que venham a fazer a disciplina no futuro possam manipular os arquivos.
 - * A ideia é que teremos diversas versões do software desenvolvidas de forma incremental por diferentes equipes.
 - * Uma versão dos diagramas no *umbrello* é necessária para permitir a continuidade do projeto por outras equipes.
- Após implementar os códigos é preciso realizar os testes.
 - Implemente os testes de unidade (teste das classes desenvolvidas).
 - Implemente os testes de integração.
 - A cada ciclo de desenvolvimento as *features* desenvolvidas devem ser testadas.
 - Não deixe para fazer os testes do sistema só no final.
- No final de cada ciclo de planejamento/detalhamento/construção a equipe deve realizar uma reunião física para discutir o andamento do projeto.

- Conversar sobre o que foi feito, o que falta fazer e correções de rumo (ajustes).
- Fazer uma apresentação informal da evolução.
- Esta reunião deve seguir os procedimentos da metodologia SCRUM.

1.7 Etapa 5 - Entrega do produto

A sequência é detalhada na Figura 1.9.

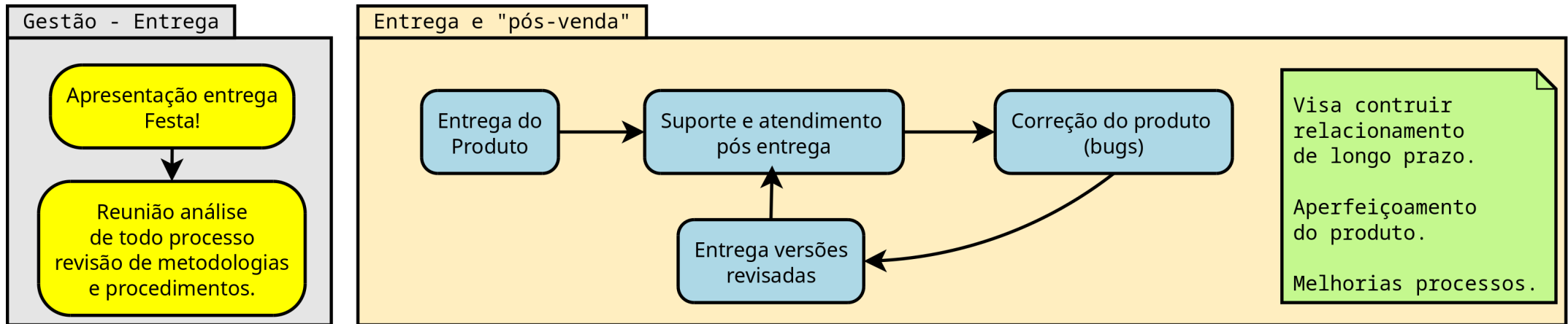


Figura 1.9: Etapa 5 - Entrega do produto

- A versão final do sistema de software deve passar por um sistema de testes pormenorizados.
 - Testar se todas as especificações foram atendidas.
 - Testar se todos os requisitos foram atendidos.
 - Testar se cada uma das classes desenvolvidas atende seus requisitos e esta completamente funcional.
 - Testar exemplos reais aplicados a engenharia.
 - * No mundo real a quantidade de dados a serem processados numa simulação de engenharia costuma ser enorme. Normalmente os alunos não tem em casa computadores para atender esta demanda. A solução é criar um conjunto de dados reduzido e que possa ser utilizado nos testes. Mas para versão final é necessário rodar o simulador desenvolvido com dados reais. Isto permite verificar a estabilidade do sistema e tempos de processamento.
 - Testar se os manuais estão completos.
 - * Outras pessoas devem ter acesso ao projeto, realizar a leitura, instalação e testes do sistema. O ideal é que este teste de instalação e uso seja feito por 3 pessoas diferentes em sistemas diferentes (ex: Windows, GNU/Linux, Mac OS X).
 - * Uma equipe A pode passar seu manual do usuário para a equipe B instalar e testar o software e a equipe B pode passar seu manual para a equipe A instalar e testar.
- No caso da disciplina projeto de software aplicado a equipe deve entregar a versão final com 15 dias de antecedência e marcar a data da defesa.

- Os 15 dias são necessários pois o professor precisa de tempo para ler, instalar e testar o sistema (executar os testes implementados no manual).
- Caso o aluno ou equipe queiram dar continuidade ao projeto para apresentar o mesmo como TCC, devem considerar a adição de novas funcionalidades/*features*.
 - Um exemplo que já tivemos foi de alunos que na disciplina de programação prática entregaram um sistema totalmente funcional e defenderam. Depois adicionaram novas funcionalidades e uma interface gráfica amigável em Qt e defenderam como TCC. Ou seja, é necessário ampliar o escopo e atingir um nível técnico adequado a um TCC.

Cronograma

1.7.1 Cronograma para 24 meses - projeto disciplinas

- A seguir um exemplo de cronograma. O cronograma efetivo dependerá do projeto e da equipe.
- Os primeiros 4 meses estão relacionados as etapas realizadas na disciplina de Introdução ao Projeto de Engenharia. As demais etapas estão associadas às demais disciplinas (LEP - 01447: Programação Orientada a Objeto em C++ e LEP - 01446: Projeto de Software Aplicado à Engenharia).

Mês	1	2	3	4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	..36 (TCC)
Etapas 0	x											
Etapas 1	x	x										
Etapas 2			x									
Etapas 3			x	x								
Etapas 4.c1					x	x						
Etapas 4.c2						x	x					
Etapas 4.c3							x	x				
Etapas 4.c4								x	x			
Etapas 5									x	x	x	

1.7.2 Cronograma para 36 meses - projeto TCC

- A seguir um exemplo de cronograma. O cronograma efetivo dependerá do projeto e da equipe.
- Os primeiros 4 meses estão relacionados as etapas realizadas na disciplina de Introdução ao Projeto de Engenharia. As etapas estão associadas às disciplinas (LEP - 01447: Programação Orientada a Objeto em C++ e LEP - 01446: Projeto de Software Aplicado à Engenharia) podem atingir 24 meses. Adicionando as atividades do TCC podemos ter até 36 meses. Note que temos duas defesas a associada a disciplina LEP - 01446: Projeto de Software Aplicado à Engenharia e a defesa do TCC um ano depois.

Mês	1	2	3	4	5-7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	..36 (TCC)
Etapa 0	x											
Etapa 1	x	x										
Etapa 2			x									
Etapa 3			x	x								
Etapa 4.c1					x	x						
Etapa 4.c2						x	x					
Etapa 4.c3							x	x				
Etapa 4.c4								x	x			
Etapa 5									X			
Etapa 4.c5									X	X		
Etapa 4.c6										X	X	
Etapa 5 - TCC										x	x	x

Lista de softwares utilizados

- Na disciplina usamos softwares livres que os alunos podem acessar, instalar e usar, sem problemas com direitos autorais e sem pirataria.
- Exemplos de softwares usados em sala de aula e *links* para acesso:
- Sistema operacional GNU/Linux-Fedora:
 - Sistema operacional simples e fácil de usar e configurar.
- Bash - GNU Bourne-Again Shell:
 - Ambiente de *shell* mais utilizado no mundo todo, coloca disposição do aluno um conjunto de aplicativos que permitem melhorar sua produtividade e eficiência na gestão de diretórios, arquivos e configurações de sistemas.
- Git - Distributed revision control system:
 - Software mais usado no mundo no controle de versões de arquivos de projetos.
- GitHub - Where the world builds software:
 - Maior site de armazenamento de projetos de engenharia (em especial de softwares).

- LyX - A document processor:
 - Editor de texto profissional que é utilizado por nossos alunos desde 2004.
 - Interface para uso simplificado do TeX/LaTeX.
- UML Modeller Umbrello UML Modeller - Free UML diagram editor:
 - Modelador UML simples e prático (embora apresente alguns *bugs!*).
- Kate - A versatile text editor:
 - Editor de texto simples e prático que tem como base a biblioteca Qt.
 - Também é possível usar o *gedit* que tem como base a biblioteca GTK.
- vscode:
 - Editor de texto profissional com centenas de recursos avançados.
 - Seu uso requer treinamento.
- emacs:
 - Editor de texto profissional com centenas de recursos avançados.

- Seu uso requer treinamento.
- g++ - GNU Compiler Collection
 - Conjunto de compiladores da GNU, compilador mais utilizado no mundo.
- Clang
 - Fornece um *front-end* de linguagem e infraestrutura de ferramentas para linguagens de programação da C/C++/Java, etc.
- Caso o cliente queira usar ferramentas proprietárias deverá fornecer as mesmas
 - Deve pagar as licenças associadas com instalação nos equipamentos do LENEP.
 - Não fornecemos nenhum suporte para estes softwares.
 - As versões finais devem ter documentos gerados em formatos compatíveis com softwares livres, garantindo a viabilidade de continuidade do projeto. Ou seja, temos de garantir que futuras equipes possam modificar/atualizar o projeto mesmo sem ter acesso aos softwares proprietários.
 - * Nota: Só use software proprietário se o mesmo tiver mecanismos para exportar os arquivos em formato que possa ser lido por um software livre. No caso dos diagramas UML os arquivos devem ser compatíveis com o Umbrello. Dê preferência para imagens no formato png.

Site com referências

- Referências: [Blaha and Rumbaugh, 2006, Rumbaugh et al., 1994]
- Você encontra uma lista de referências no site do professor.

Referências Bibliográficas

[Abrantes, 2020] Abrantes, J. (2020). *Projeto e Engenharia de Produtos*. Ciencia Moderna. ISBN-13 : 978-8539910847. 6

[autores, 2017] autores, V. (2017). *Projetos de engenharia - uma introdução*. LTC. ISBN-13 : 978-8521634454. 6

[Blaha and Rumbaugh, 2006] Blaha, M. and Rumbaugh, J. (2006). *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos com UML 2*. Campus, Rio de Janeiro. 6, 43

[de Logística e Tecnologia da Informação, 2011] de Logística e Tecnologia da Informação, S. (2011). *Fundamentos em Gestão de Projetos - Construindo Competências para Gerenciar Projetos BRASIL*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). 6

[de Moura Menezes, 2018] de Moura Menezes, L. C. (2018). *Gestão de Projetos*. Atlas. 6

[Heldman, 2005] Heldman, K. (2005). *Gerência de projetos*. Elsevier. ISBN 13 : 978-8535216844, Rio de Janeiro. 6

- [Inc, 2021] Inc, P. M. I. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge and the Standard for Project Management*. PMI Project Management Institute. ISBN 13: 978-1628256642. 6
- [Pahl, 2005] Pahl, G. (2005). *Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos - Métodos e Aplicações*. Blucher. ISBN-13: 978-8521203636. 6
- [Pires, 2012] Pires, A. M. S. (2012). *Projeto de Instalações Elétricas e Telecomunicações*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. 6
- [Rosa, 2007] Rosa, M. O. (2007). *Gerenciamento de projetos de governo*. PMI-DF - PMInforma. 6
- [Rumbaugh et al., 1994] Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., and Lorensen, W. (1994). *Modelagem e Projetos Baseados em Objetos*. Edit. Campus, Rio de Janeiro. 6, 43
- [Valeriano, 2015] Valeriano, D. (2015). *Moderno Gerenciamento de Projetos*. Pearson. 6
- [Woiler, 1996] Woiler, S. (1996). *Projetos: planejamento, elaboração, análise*. Atlas. 6