

CADERNO DE ENCARGOS PARA PROJETO CONSTRUÇÃO DE FERRAMENTAL DE ESTAMPAGEM

Projetos DECOLAB e MISCAE

IMPORTANTE: A submissão de proposta para o processo de seleção de fornecedor implica a aceitação dos requisitos e condições descritos neste documento.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	3
2	Processo de Seleção	4
3	Proposta Técnica	7
4	Elegibilidade	8
5	Avaliação e Aprovação de Entregas	10
5.1	Comitê de Avaliação	10
5.2	Documentação de Referência.....	10
6	Acompanhamento e Coleta de Dados Adicional	11
7	Fases e Requisitos	12
7.1	Cronograma Macro e Liberação de Pagamentos.....	12
7.2	Fase 1 - Viabilidade (<i>Die Engineering</i>).....	13
7.2.1	Entregas	13
7.2.2	Requisitos.....	14
7.3	Fase 2 – Projeto (<i>Die Design</i>).....	18
7.3.1	Entregas	18
7.3.2	Requisitos.....	20
7.4	Fase 3 – Manufatura.....	29
7.4.1	Etapas e Entregas	29
7.4.2	Requisitos.....	33
7.5	Fase 4 – Ajuste e Validação (<i>Try-out</i>).....	34
7.5.1	Etapas e Entregas	34
7.5.2	Embalagem e Transporte.....	36
7.5.3	Requisitos.....	37

1 Introdução

Este documento apresenta a especificação dos serviços a serem contratados no âmbito dos Projetos de Pesquisa DECOLAB e MISCAE para o projeto, construção e *try-out* de ferramental de estampagem de painel estrutural – Coluna B de um veículo de passeio.

O ferramental a ser produzido será utilizado como demonstrador no contexto do Programa ROTA 2030 – Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas.

As especificações técnicas deste documento refletem a prática da indústria automotiva e foram obtidas por consenso entre o grupo de montadoras automotivas que participam dos Projetos DECOLAB e MISCAE.

As especificações descritas neste caderno apresentam condições, práticas e requisitos que deverão ser observados no fornecimento do serviço a ser contratado e que visam uniformizar a preparação de propostas por parte dos potenciais fornecedores, permitindo comparar os valores ofertados dentro de um padrão mínimo de qualidade que representa a prática do setor de ferramentarias brasileiro.

2 Processo de Seleção

O processo de seleção de fornecedor está organizado nos passos detalhados a seguir e ilustrados na [Figura 1](#). A duração estimada para cada passo é fornecida em dias, contados a partir do início do processo (T0), conforme cronograma da [Tabela 1](#).

- A. Publicação e ampla divulgação da chamada para seleção de fornecedores (Prazo: 22/09/2021): a publicação da chamada deve ser realizada pela FGV.
- B. Envio de carta convite para empresas pré-classificadas como elegíveis (Prazo: 22/09/2021): a equipe técnica do projeto elaborou uma lista de empresas ferramentarias que atendem aos critérios de elegibilidade para fornecimento do serviço. Ferramentarias que não se encontram nessa lista podem concorrer desde que apresentem comprovação de experiência, de acordo com os critérios de elegibilidade descritos na Seção 4.
- C. Manifestação de interesse, comprovação de elegibilidade e assinatura de termo de confidencialidade (Prazo: 29/09/2021): as empresas interessadas em concorrer devem enviar manifestação de interesse para os seguintes e-mails: compras.rota2030@fgv.br e compras@fcmf.org.br. As empresas que não estão pré-classificadas como elegíveis deverão enviar documentação de comprovação de experiência, conforme descrito na Seção 4 deste documento. Neste caso, a FGV terá 3 dias úteis para responder, aceitando ou não a documentação enviada, após análise por parte da coordenação técnica do projeto quanto aos serviços executados pela ferramentaria. As empresas interessadas que não participam dos Projetos DECOLAB e MISCAE deverão assinar acordo de confidencialidade para o recebimento do modelo matemático da porta.
- D. Esclarecimento de dúvidas (Prazo: 13/10/2021): durante este período a equipe técnica do Projeto DECOLAB e MISCAE estará à disposição para esclarecimento de dúvidas sobre o serviço a ser contratado. As dúvidas devem ser encaminhadas por e-mail para luiz.diserio@fgv.br e emilia.villani@ccm-ita.org.br. Observa-se que o questionamento e a respectivas respostas serão compartilhados com todas as empresas concorrentes.
- E. Envio da proposta técnica nominal para ambas instituições, ou seja, FGV e FCMF (Prazo: 15/10/2021): a documentação pertinente às propostas técnicas deverá ser enviada por e-mail para compras.rota2030@fgv.br, compras@fcmf.org.br e emilia.villani@ccm-ita.org.br.
- F. Envio da proposta comercial nominal para ambas instituições, ou seja, FGV e FCMF (Prazo: 15/10/2021): simultaneamente ao envio da proposta técnica, as empresas devem

apresentar as respectivas propostas comerciais. A proposta comercial deverá ser enviada por e-mail para compras.rota2030@fgv.br e compras@fcmf.org.br.

- G. Aprovação/reprovação da versão final da proposta técnica (Prazo: 22/10/2021): O Comitê de Avaliação deverá aprovar ou rejeitar as propostas técnicas apresentadas. A empresa cuja proposta técnica foi rejeitada pelo Comitê de Avaliação é eliminada do processo de seleção.
- H. Análise da proposta comercial e divulgação do fornecedor selecionado (Prazo: 29/10/2021): a FGV e FCMF farão a análise das propostas comerciais das empresas cuja proposta técnica foi aprovada. Em caso de empate, será adotado como critério de desempate a proximidade física da empresa com São José dos Campos.
- I. Divulgação da empresa vencedora (Prazo: 01/11/2021): a ser realizada pela FGV e FCMF.
- J. Apresentação de recurso (Prazo: 09/11/2021): os participantes do processo de seleção tem um prazo de 5 (cinco) dias úteis para interpor recurso, que deve ser encaminhado por e-mail para compras.rota2030@fgv.br e compras@fcmf.org.br. Os recursos serão analisados num prazo de 5 dias úteis. As respostas aos recursos serão enviadas via e-mail aos recorrentes e publicadas no site da FGV.

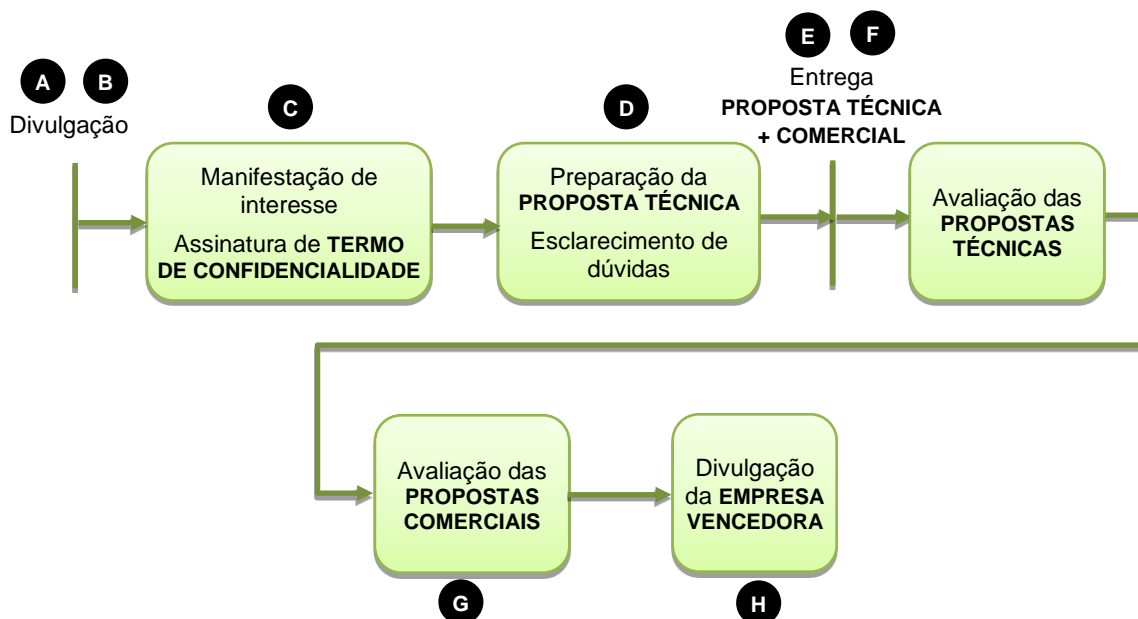


Figura 1. Passos do processo de seleção de fornecedor.

Tabela 1. Cronograma estimado para o processo de seleção de fornecedor.

	DIAS	22/09	29/09	Até 13/10	15/10	Até 22/10	Até 29/10	01/11	09/11
A	Divulgação da chamada	■							
B	Convite de empresas	■							
C	Manifestação de interesse + Termo de Confidencialidade		■						
D	Esclarecimento de dúvidas			■					
E	Entrega da PROPOSTA TÉCNICA				■				
F	Entrega da PROPOSTA COMERCIAL				■				
G	Avaliação das PROPOSTAS TÉCNICAS					■			
H	Avaliação das PROPOSTAS COMERCIAIS						■		
I	Divulgação da EMPRESA VENCEDORA							■	
J	Apresentação de recurso								■

3 Proposta Técnica

Para elaboração da proposta técnica, as seguintes informações serão fornecidas mediante assinatura de acordo de confidencialidade, conforme detalhado no Processo de Seleção apresentado na Seção 2:

1. Desenhos em CAD 3D da peça, nos formatos Step e Catpart/CatProdt.
2. Modelo da planilha de recursos, a ser preenchido pela empresa.

3.1 Documentação a ser entregue

A proposta técnica a ser entregue pela empresa concorrente deve contemplar 3 operações necessárias para estampagem da coluna B e conter, no mínimo, os seguintes documentos:

1. Descritivo das linhas de prensas a serem utilizadas no projeto, em conformidade com os requisitos descritos na Seção 7;
2. Descritivo de máquinas de usinagem e recursos periféricos (ex: preset, sala de preparação de ferramentas, etc.);
3. Cronograma detalhado, baseado no cronograma macro fornecido na Seção 7.1;
4. Lista preliminar de empresas subcontratados (ex. para modelo de isopor, fundição, usinagem, etc.);
5. Lista preliminar dos fornecedores de componentes;
6. Planilha de recursos preenchida, conforme modelo anexo ao Termo de Referência, descrevendo horas de trabalho para cada atividade, quantidades de materiais consideradas e quantidades de componentes.

Os documentos a serem recebidos/entregues e os respectivos responsáveis são resumidos na Tabela 2.

Tabela 2. Documentos e responsáveis – Proposta técnica.

<i>Atividade</i>	<i>Documentos</i>	<i>Responsável</i>
Elaboração da PROPOSTA TÉCNICA	1. CAD 3D da peça	ITA
	2. Modelo da planilha de recursos	
	1. Descritivo das prensas	Empresa concorrente
	2. Descritivo dos equipamentos de usinagem	
	3. Cronograma detalhado	
	4. Lista de subcontratados	

	5. Lista de fornecedores	
	6. Planilha de recursos preenchida	

4 Elegibilidade

São consideradas elegíveis para participação no processo de seleção de fornecedor as empresas cujas instalações para produção do ferramental se encontram no Brasil e que, adicionalmente, atendem um dos seguintes critérios de experiência:

- Forneceu ferramental de estampagem de painel estrutural – Coluna B para pelo menos uma montadora automotiva localizadas no Brasil;
- É considerada habilitada para fornecimento de ferramental de estampagem de painel estrutural – Coluna B por pelo menos uma montadora participante dos Projetos DECOLAB e MISCAE.

As condições acima devem ser comprovadas por um dos seguintes meios:

- Consulta à lista de empresas pré-habilitadas como fornecedoras, elaborada pelas montadoras, que participam dos Projetos DECOLAB e MISCAE, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Empresas pré-habilitadas como fornecedoras.

Ferramentaria	Estado	Cidade
AETHRA	MG	Contagem
GASPEC	SP	Santo André
GESTAMP	PR	São José dos Pinhais
GM	SP	São Caetano do Sul
INJETAQ	SP	Diadema
METALÚRGICA FUTURO	SP	Mauá

- No caso de fornecedor de montadoras que não participam do projeto, comprovação por declaração fornecida pelas montadoras.

Adicionalmente, para ser elegível, a empresa deve ainda:

- Possuir *in house* uma linha de prensas com capacidade para executar a sequência de operações necessárias para estampagem do produto, emulando uma linha de produção.
- A linha de prensas deve ter condições de estampar o produto em série, considerando operação e alimentação manual da linha.
- As prensas consideradas para emular a linha de produção e para realizar o *try-out* devem ser prensas mecânicas excêntricas, não sendo permitido o uso de prensas hidráulicas.

- Possuir máquinas de usinagem CNC 3+2 eixos para atendimento ao processo de usinagem e qualidade requerida para painel estrutural – Coluna B.
- As dimensões das máquinas de usinagem devem atender o processo de fabricação e também garantir a qualidade dimensional dos componentes a serem usinados.

Observa-se que os Projetos DECOLAB e MISCAE não contemplam a colocação do ferramental em linha de produção para avaliação de produtividade. Para manter a representatividade de um processo típico industrial, o ferramental deve ser compatível com linha de produção da empresa contratada.

5 Avaliação e Aprovação de Entregas

Esta seção descreve o papel do Comitê de Avaliação na análise das entregas do serviço e discute o uso de documentação de referência na execução do serviço.

5.1 Comitê de Avaliação

Todos os documentos, entregas e atividades previstos nesta especificação, incluindo a proposta técnica a ser entregue durante o processo de seleção de fornecedor, serão objeto de avaliação e aceitação por parte de um Comitê de Avaliação, composto por especialistas indicados pelas montadoras partícipes dos Projetos DECOLAB e MISCAE (a saber: GM, Nissan, Renault, Stellantis, Toyota e VW) e coordenado pelo ITA e pela FGV. Em casos de rejeição ou solicitação de alteração para qualquer uma das entregas previstas, o Comitê de Avaliação emitirá um relatório de não-conformidade com recomendações e condições para aceitação da entrega. Em particular, para a aprovação das etapas de construção e ajuste de geometria das ferramentas a serem construídas, será necessária a presença no local de representante indicado pelo Comitê de Avaliação.

5.2 Documentação de Referência

Em um processo de contratação de ferramental convencional, realizado por uma montadora automobilística, a montadora fornece uma série de normas específicas da empresa, que devem ser obedecidas no desenvolvimento do produto. Tais normas regulam vários aspectos do ferramental a ser projetado e em geral são definidas de acordo com o ambiente produtivo onde o ferramental irá operar. Essas normas são documentos internos de cada montadora e não estão disponíveis ao público em geral.

No caso do Demonstrador DECOLAB, a contratante (FGV) não possui uma linha de produção onde irá instalar o ferramental, nem um conjunto de normas a disponibilizar. Ademais, considerando o escopo do projeto, o Comitê de Avaliação decidiu não adotar o conjunto de normas de uma montadora específica, de tal forma a manter o caráter público e aberto do demonstrador.

Alguns pontos, considerados críticos pelo Comitê de Avaliação, são definidos nesta especificação. As informações e dados não especificados devem ser propostos pela empresa contratada, com base na sua experiência no fornecimento de ferramentais semelhantes para

indústria automobilística. As propostas serão avaliadas pelo Comitê de Avaliação, que poderá aprovar ou solicitar alterações na proposta.

6 Acompanhamento e Coleta de Dados Adicional

Adicionalmente, será nomeada uma Equipe de Acompanhamento, composta por engenheiros e pesquisadores vinculados ao ITA e FGV, e pertencentes às equipes dos Projetos DECOLAB e MISCAE.

A Equipe de Acompanhamento irá monitorar e coletar dados e solicitar informações sobre todas as atividades relacionadas à execução do serviço. Esta coleta de dados é essencial para que os objetivos dos Projetos DECOLAB e MISCAE sejam atingidos.

Os dados e informações a serem coletados incluem, mas não se limitam a:

- Diagnóstico primário com o levantamento de dados pertinentes às atividades de programação CAM, preparação de fixação (*set up*) dos componentes a serem usinados, usinagem 2D e 3D de componentes, montagem de ferramentas de usinagem, dados específicos de parâmetros de usinagem, montagem de componentes em bancada, ajuste em try out e correções.
- Medição das horas efetivamente empregadas para cada atividade (com suporte do software GRV Factory e GRV Connect, a ser fornecido pela GRV);
- Medição do progresso: cronograma semanal sobreposto ao cronograma pré-estabelecido;
- Recursos utilizados (software, equipamentos, ferramentas, etc.);
- Dados referentes a formação, experiência e know-how dos operadores e técnicos participantes (fornecidos de forma anônima);
- Amostra de materiais, quando aplicável;
- Métodos, procedimentos, parâmetros utilizados em todas as atividades;
- Problemas, atrasos, retrabalhos, ajustes ocorridos durante o projeto e tempos correspondentes;
- Detalhamento dos cálculos realizados, incluindo coeficientes de segurança;
- Tempos referentes à contratação de fornecedores e compra de componentes;
- Documentação utilizada como referência;
- Todas as informações acima referentes a etapas realizadas em fornecedores (modelo de isopor e fundição).
- Monitoramento em tempo real dos equipamentos CNC, com captura de dados de funcionamento, programas utilizadas, esforços e alarmes (com suporte do software GRV Factory e GRV Connect, a ser fornecido pela GRV);

- Comparativo de horas previstas contra as horas realizadas de cada processo definido a ser realizado (utilizaremos para esse resultado o software GRV Factory);
- Medição de paradas de máquina geradas por operador e/ou paradas gerados por equipamento monitorado (utilizaremos para esse resultado o software GRV Connect);
- Medição de tempos de espera de peças aguardando disponibilidade (utilizaremos para esse resultado o software GRV Factory com GRV Connect);
- Monitoramento de índice OEE dos recursos da produção (utilizaremos para esse resultado o software GRV Factory com GRV Vision)
- Medição do tempo médio de atravessamento de cada operação (utilizaremos para esse resultado o software GRV Factory com GRV Connect).

A empresa GRV Software ficará responsável pelo fornecimento dos softwares mencionados acima, bem como pela instalação dos equipamentos necessários e a coleta de dados relativos aos seus produtos. Isso constitui parte da contrapartida da empresa GRV para os projetos DECOLAB e MISCAE.

7 Fases e Requisitos

Esta seção descreve as fases para fornecimento do serviço, suas respectivas entregas e os requisitos aplicáveis para cada uma delas.

7.1 Cronograma Macro e Liberação de Pagamentos

Os serviços a serem fornecidos estão organizados nas seguintes fases do fornecimento:

Fase 1. Revisão do *Die Engineering*: inclui a revisão dos documentos relativos à etapa de *Die Engineering* que foram elaborados pelas empresas participantes do Projeto DECOLAB. A empresa contratada poderá propor eventuais alterações, a serem submetidas a análise e aprovação do Comitê de Avaliação.

Fase 2. Projeto (*Die Design*): inclui o projeto detalhado do ferramental de estampagem.

Fase 3. Manufatura: inclui todo o processo de construção do ferramental, do molde de isopor a montagem final.

Fase 4. Ajuste e validação (*Try-out*): inclui o ajuste da ferramenta (try-out) e a validação do ferramental por meio da estampagem de um lote mínimo de peças em conformidade com os requisitos de processo e qualidade estipulados.

Apresenta-se, na Tabela 4, um cronograma macro com a duração em meses das fases e principais atividades para servir como referência para o planejamento das atividades e elaboração da proposta.

Tabela 4. Cronograma macro das fases.

		meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Die Engineering	■											
2	Die Design		■	■									
3 - Construção	Modelo isopor			■									
	Fundição				■	■							
	Usinagem 2D					■	■						
	Usinagem 3D							■	■				
	Montagem								■	■			
	Validação estática e dinâmica										■		

10.1.1 Entregas

Os seguintes documentos e recursos serão disponibilizados à empresa vencedora para o início do projeto:

1. Propriedades e resultados de ensaios para o material da porta;
2. Licença do software PAMSTAMP, a ser utilizado nas eventuais simulações desta fase.
3. Plano de Corte da matéria prima.
4. Plano de Métodos.
5. Relatório completo de todas as operações contendo:
 - a. Análise de conformabilidade via simulação (*formability simulation*), análise para compensação de *springback*;
 - b. Histórico das simulações realizadas, incluindo imagem e descrição dos resultados de cada simulação;
6. Linhas de *blank* de corte atualizadas, nos formatos STEP e IGES.
7. Superfícies 3D das ferramentas nominais atualizadas de todas as operações nos formatos STEP e IGES.

O seguinte documento deve ser entregue para início da Fase 1:

8. Detalhamento do cronograma da Fase 1 por operação, contendo:
 - a. Eventual ajuste de datas, em relação ao cronograma entregue anteriormente;
 - b. Reuniões semanais de acompanhamento.

Os seguintes documentos devem ser entregues e aprovados pelo Comitê de Avaliação para conclusão da Fase 1:

9. Eventual revisão dos documentos do *Die Engineering*, com alterações sugeridas pela empresa contratada e aprovadas pelo Comitê de Avaliação.

As entregas da Fase 1 – *Die Engineering* são resumidas na Tabela 6.

Tabela 6. Entregas e responsáveis– *Die Engineering*.

<i>Atividade</i>	<i>Entregas</i>	<i>Responsável</i>	<i>Tempo</i>
Fase 1 - <i>Die Engineering</i>	1. Propriedades e resultados de ensaios do material da porta	CSN	Início da Fase 1
	2. Licença PAMSTAMP	ESI	

	3. Plano de métodos	GESTAMP		
	4. Relatório simulações	6PRO		
	5. Linhas de <i>blank</i>			
	6. Superfícies 3D das ferramentas			
	7. Cronograma detalhado	Empresa contratada		
	8. Revisão do <i>Die Engineering</i> (opcional)	Empresa contratada		Conclusão da Fase 1
	Aceitação da Fase 1	ITA		

10.1.2 Documentos do Die Engineering

Esta seção detalha os documentos a serem fornecidos no início da Fase 1, referentes ao *Die Engineering*.

Material do blank

O material do *blank* para a manufatura da porta é o DP600, a ser fornecido pela CSN. A espessura do *blank* é 1,00 mm.

Plano de Métodos

O processo de estampagem do produto será realizado em 3 operações.

O Plano de Métodos é composto pelos seguintes itens:

- Modelamento das ferramentas de todas as operações, em superfícies 3D de alta qualidade e formato universal (stp).
- Eixos de *tipping* e balanceamento para cada operação.
- Separação e identificação das superfícies referentes a cada um dos componentes das ferramentas, em cada operação:
- Vetores de trabalho de cada componente em cada operação.
- Linha de *blank* inicial (*blank* máximo).
- Linhas de corte. Será entregue a linha blank com dimensões otimizadas de forma a atender os requisitos de qualidade do processo e a linha de corte global desenvolvida, considerando o corte a laser.
- Sugestão de alteração dos pontos de inspeção do produto, para análise de *springback*, originalmente fornecidos pelas empresas do Projeto DECOLAB.

Condições especiais

A empresa contratada para o fornecimento do ferramental terá o direito de uso sem custo, durante a execução do projeto, de licenças e suporte técnico nos softwares ESI PAM-STAMP e Autaza Surface.

Processo Completo de Simulação (Full Process)

Processo completo é a simulação utilizada para definição da superfície das ferramentas para fabricação. É caracterizado pela simulação do processo modelado previamente em superfícies de alta qualidade (PLM) com os ajustes necessários. A simulação utiliza malha de elementos finitos e demais parâmetros padrões para validação. Todas as operações são simuladas, inclusive operações de corte. A simulação representa o processo real com o maior nível de fidedignidade possível.

As análises a serem fornecidas incluem:

- Para o fechamento do prensa-chapas no repuxo e andamento do repuxo: verificação da ausência de enrugamentos, “quebra” (vinco) da chapa e estabilidade de posicionamento.
- Para o final do repuxo: avaliação sobre escape do blaxk do quebra-rugas, demonstração da alimentação final do *blank (draw-in)*, verificação da ausência de enrugamentos, ondulações, trincas e estrições, com base na Curva Limite de Conformação (CLC).
- Verificação do afinamento máximo (inferior à 25%).
- Verificação da ausência de marcas de ferramenta (linha corrida) em região de produto dos quebra-rugas; dos raios de entrada da matriz; dos raios positivos do produto; dos raios negativos do produto.
- Verificação da deformação plástica (acima de 3%);
- Verificação da menor deformação (*minor strain*) (acima de 0%);
- Magnitude final do *springback* com a peça em dispositivo de inspeção.

10.2 Fase 2 – Projeto (*Die Design*)

Esta fase corresponde ao projeto detalhado do ferramental de estampagem.

10.2.1 Entregas

O seguinte documento deve ser entregue para início da Fase 2:

1. Detalhamento do cronograma da Fase 2 por operação, contendo:
 - a. Eventual ajuste de datas, em relação ao cronograma entregue anteriormente;
 - b. Reuniões semanais de acompanhamento;
 - c. Definição de eventos relevantes
 - d. Definição das datas de entrega específicas de cada ferramental.

Observa-se que será necessária uma troca de informações entre a empresa responsável por este pacote, o CCM-ITA e as empresas parceiras do Projeto DECOLAB e MISCAE para discussão de análises e possibilidades de otimização topológica das ferramentas. Para tanto, serão agendadas reuniões periódicas para essas discussões. As análises de otimização topológica serão realizadas pelo CCM-ITA e pela empresa Virtual CAE, utilizando o software disponibilizado pela Virtual CAE.

Os seguintes documentos devem ser entregues e aprovados pelo Comitê de Avaliação para conclusão da Fase 2:

2. Projeto das ferramentas com geometrias compensadas:
 - a. Em 3D: arquivos CAD atualizados (incluindo os produtos e as partes, posicionamento das restrições, *construction trees* ativas e modificáveis);
 - b. Em 2D: desenhos técnicos (em formato CAD) e em formato TIFF.
3. Projeto de esquema elétrico/pneumático e de nitrogênio.
4. Lista de peças e componentes das ferramentas, em arquivo *excel*:
 - a. Todos os componentes devem estar devidamente identificados, com os respectivos materiais e seus processamentos;
5. Lista de fornecedores de peças e componentes:
 - a. Incluir pelo menos 2 fornecedores nacionais que já tenham sido homologados por montadora.
6. Documentação técnica das prensas selecionadas para o projeto.
7. Roteiro de montagem 3D, incluindo especificações funcionais do ferramental (forças, velocidades, dimensões e tolerâncias (Conforme GD&T fornecidos));
8. Relatório com histórico de modificações realizadas na documentação entregue na Fase 1 e atualização da documentação.
9. Arquivos de simulação atualizados.

As entregas da Fase 2 – *Die Design* são resumidas na Tabela 7.

Tabela 7. Entregas e responsáveis– *Die Design*.

<i>Atividade</i>	<i>Entregas</i>	<i>Responsável</i>	<i>Tempo</i>
<i>Fase 2 - Die Design</i>	1. Cronograma detalhado	Empresa contratada	Início da Fase 2
	2. Projeto das ferramentas: 3D e 2D	Empresa contratada	Final da Fase 2
	3. Esquema elétrico, pneumático, de nitrogênio		
	4. Lista de peças e componentes		
	5. Lista de fornecedores de peças e componentes		
	6. Documentação técnica das prensas		
	7. Roteiro de montagem 3D		
	8. Histórico de alterações e atualização dos documentos da Fase 1		
	9. Arquivos de simulação atualizados		
	Aceitação da Fase 2	ITA	

10.2.2 *Requisitos*

Esta seção apresenta um conjunto de requisitos aplicáveis ao projeto dos ferramentais e às prensas utilizadas para fornecimento do serviço contratado.

Requisitos gerais

- R2.1** Toda operação de repuxo deve ser de simples ação.
- R2.2** Não é permitido giros *turnover* de peças entre operações.
- R2.3** *Tipping* é permitido somente no fluxo do processo e deve ser submetido à aprovação do Comitê de Avaliação.
- R2.4** A empresa contratada deve realizar simulação de transferência de peças (*eletronic flow chart*).
- R2.5** Todas as ferramentas devem ser desenvolvidas de forma a facilitar a alimentação e extração das peças estampadas.
- R2.6** Todas as ferramentas devem prever alimentação manual.

- R2.7** Caso as simulações indiquem a necessidade de extração (levantador), o projeto das ferramentas deve contemplar o mecanismo.
- R2.8** O ferramental deverá ser projetado para atender a duas linhas de prensa (*try-out* e linha representativa de uma linha de produção, conforme informado na proposta técnica).
- R2.9** O sistema de fixação do ferramental deve ser compatível simultaneamente com ambas as linhas de *try-out* e produção.
- R2.10** O processo de estampagem deverá utilizar no máximo 80% da capacidade de estampagem das prensas. Esta margem de segurança se aplica a todos os limites para os quais a prensa foi dimensionada.
- R2.11** A área do ferramental deve evitar a concentração de pressão.
- R2.12** Ferramentas de recortar devem ser projetadas com escoras para minimizar a produção de limalhas (chapas acima de 1,2 mm).
- R2.13** Para o caso de uso de cunhas, deve-se criar janela de acesso embaixo da cunha para manutenção.
- R2.14** Avaliar a possibilidade no projeto da ferramenta de deixar fácil acesso à conexões e cilindros pneumáticos.
- R2.15** Todas as ferramentas devem ter a altura mínima de 1000 mm. Respeitada a altura mínima, a altura deve ser definida em função da prensa considerada para linha de produção.
- R2.16** Jogo entre pisador e facas: de 0,4 a 0,5 mm de folga;
- R2.17** Jogo entre pisador e punção: 0,5 mm de folga;
- R2.18** O ferramental deve ser projetado para operar com velocidade da prensa de 14 golpes/min, no mínimo,
- R2.19** Para fixações superiores todas as ferramentas devem ter 2 tipos de presilhas.
- R2.20** Para fixações inferiores, considerar fixação manual com parafusos diretamente na mesa da prensa.
- R2.21** Para cada ferramenta, as fixações deverão ser definidas em função da respectiva prensa da linha de produção.
- R2.22** As dimensões dos pinos do colchão inferior devem ser definidas de acordo com a prensa da linha de produção.
- R2.23** Pinos de *air cushion* são permitidos somente para a operação de repuxo (1ªprensa). Para as demais operações, se necessário, é mandatório uso de cilindros de nitrogênio ou molas.

- R2.24** Projeto deve considerar que pinos não devem ser removidos, nem mesmo durante o *set-up*.
- R2.25** O acionamento da almofada deverá usar somente o sistema de pinos da prensa.
- R2.26** É permitido o uso de sistema de almofada combinada no anel (pinos de ar + cilindro de nitrogênio).
- R2.27** É proibido a utilização de óleo em peças estampadas.
- R2.28** Não é permitido incluir etapa de *metal finish* (retrabalho) para eliminação de marcas/riscos causados na operação de repuxar e flangear.
- R2.29** Se necessário poderá ser utilizado sistema de *air cushion* retardado.
- R2.30** A fim de evitar *downtime* (indisponibilidade), os retalhos devem ser distribuídos entre todas as operações, com exceção do repuxo.
- R2.31** É permitido o uso de cunha mecânica. No entanto, não é permitido cunhas automáticas que requeiram sincronismo por PLC ou cames. Caso seja necessário, uma solicitação de aprovação deve ser encaminhada ao Comitê de Avaliação.
- R2.32** Todas as ferramentas devem ser construídas atendendo às boas práticas de segurança para manuseio, tais como utilização de munhão e pino de transporte, demarcação de área de segurança, geração de retalho não pontudo, entre outras.
- R2.33** As ferramentas deverão ser projetadas com espaçador e balanceador cônico (quando aplicável) em todos os sujeitadores na base superior.
- R2.34** Todas as ferramentas deverão ser projetadas e construídas com cilindros de nitrogênio na função de *block storage*.
- R2.35** Sempre que houver qualquer área negativa na região funcional da peça é necessários mecanismos móveis, cunhas rotativas ou expansivas. Não sendo área funcional, relevos podem ser aplicados, se necessário.
- R2.36** Proibido sistema misto no repuxo (PACI e Nitrogênio).
- R2.37** A linha de centro entre a ferramenta e a linha de prensa deve ser a mesma.
- R2.38** Para peças acopladas, é obrigatório manter as distâncias entre elas para todo o processo.

Localização inferior

- R2.39** É mandatório furos para o caso de prensas com mesas móveis. Estes furos devem ser localizados nos quadrantes I & IV, conforme ilustrado na Figura 2.
- R2.40** É mandatório uso de *stops* fixos, conforme Figura 3. Estes *stops* devem ser localizados nos quadrantes II & III, conforme ilustrado na Figura 2.

R2.41 No caso de prensas que necessitam que ferramentas sejam arrastadas sobre a mesa, deve-se utilizar *set-up* com *die truck*.

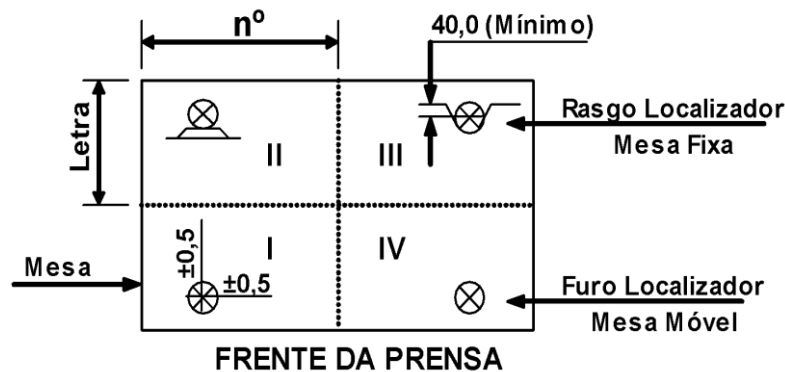


Figura 2. Tipos de localizações inferiores – mesa fixa e mesa móvel.

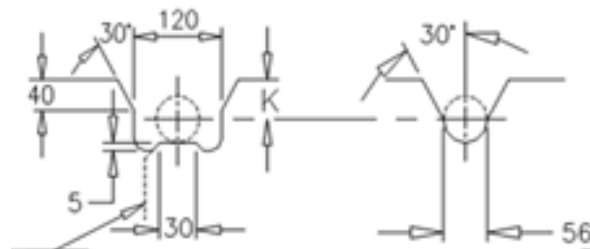


Figura 3. Stops para mesa fixa.

R2.42 Deve-se utilizar sistema de pino localizador para alinhamento da ferramenta.

Rampas e abas

R2.43 Não é permitido utilizar gavetas para as saídas de retalhos.

R2.44 As rampas para as saídas de retalhos devem ter inclinação mínima de 30°.

R2.45 As abas das rampas devem ter 100 mm de altura.

R2.46 Não pode haver nenhum vão entre as rampas e o fundido da ferramenta.

R2.47 Os parafusos não devem interferir no deslizamento dos retalhos.

R2.48 Quando houver complementos, eles deverão ser montados por baixo da rampa.

R2.49 É proibido usar rampa retrátil, por razões de segurança.

R2.50 É proibido usar rampa vibratória, por razões de segurança.

R2.51 As rampas devem ser desenvolvidas para prensa de produção e *try-out*.

R2.52 Deve-se priorizar as saídas de retalhos através do centro da mesa da prensa, principalmente no caso de retalhos de furações, conforme Figura 4.

R2.53 A dimensão diagonal de retalhos deve ser de no máximo 600 mm.

R2.54 A largura da rampa deve ser equivalente à diagonal do retalho mais 20 mm.

R2.55 O perímetro circular de retalhos deve ser de no máximo 450 mm.

- R2.56** É mandatório identificar cada rampa com o número da ferramenta e o número da rampa (Exemplo: ferramenta 01 e rampa “#1”).
- R2.57** No caso de rampas para retalhos com dimensões reduzidas (abaixo de 100mm ou retalhos de furos), deve-se prever o uso de chapas de alumínio ou inox com corrugada.
- R2.58** A rampa de retalhos deve ser dimensionada de acordo com a Figura 4.

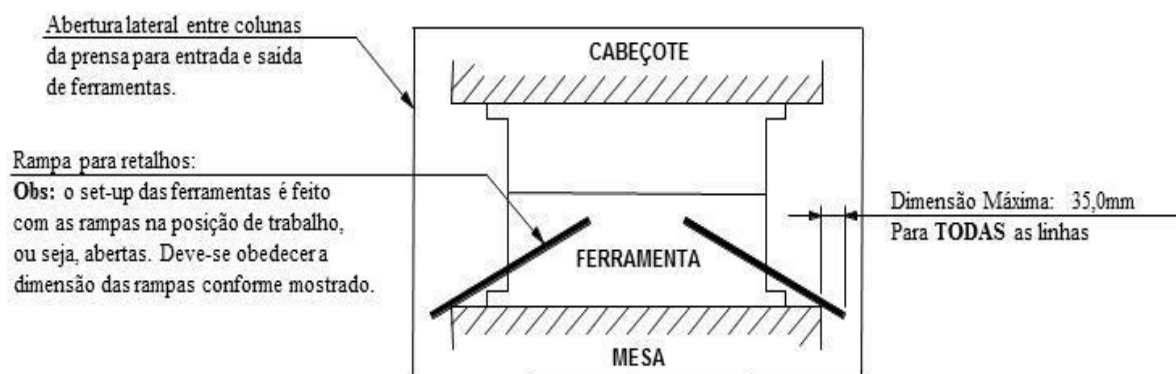


Figura 4. Dimensão máxima das rampas de retalho.

- R2.59** As ferramentas de recortar devem ser projetadas com castelo para minimizar a incidência de limalhas.
- R2.60** Para operação de repuxo, deve-se adicionar furos na parte superior do punção e da matriz para passagem de ar, a fim de evitar que a peça pule.
- R2.61** Para manter a produtividade, deve-se considerar a extração da peça pegando-a com o anel do repuxo na posição de trabalho (efeito mola).
- R2.62** Deve-se utilizar além de colunas os castelos com placa de deslize nas operações de corte para evitar problemas com limalha.
- R2.63** Para MHT, é necessário a utilização de nylon ou similar nas partes em contato com o painel.

Sensores

- R2.64** Deve-se deixar provisão para instalação de sensores de presença de chapa em diagonal, conforme detalhado a seguir.
- R2.65** Todas as ferramentas devem ter provisão para dois sensores por peça, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Sensores de ferramentas.

Marca	Diâmetro (mm)	Range (mm)	Voltagem (V)	Cabo
-------	---------------	------------	--------------	------

SENSE	30	~10	110 AC	Conector M12
BALLUF	30	~10	110 AC	Integrado

- R2.66** Na operação de repuxo os sensores devem estar dispostos a 90° e de maneira que permita o bom assentamento do *blank* na ferramenta sem interferência. Também devem estar com encosto de chapa preparado para *blank* “wave”.
- R2.67** Para a operação de repuxo o sensor de acionamento não pode estar interligado ao encosto, ou seja, o encosto deve ser fixo e a bandeira exclusiva para acionamento do sensor.
- R2.68** Nas demais operações os sensores deverão estar posicionados em paralelo com a superfície do *blank* ou peça, conforme detalhado na Figura 5.
- R2.69** Caso haja processos com duas ferramentas em base de conjunção inferior, estas devem ter sensores ligados de forma que possam individualizar os processos quando necessário.

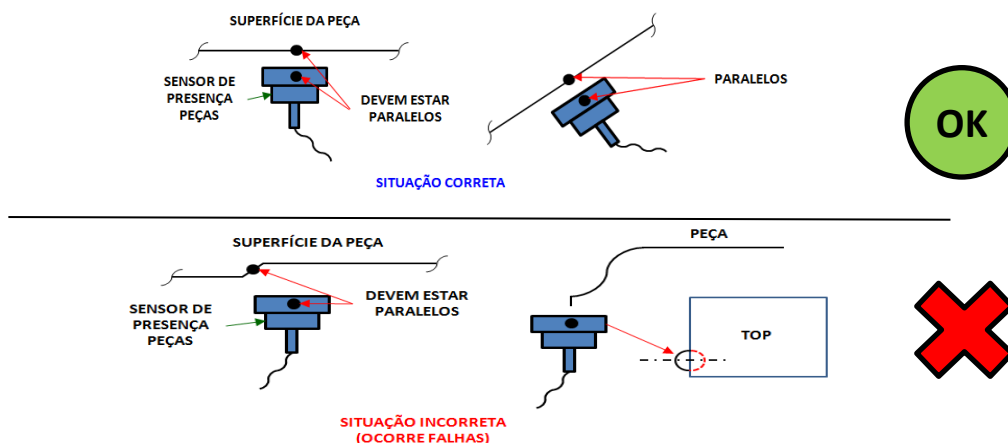


Figura 5. Posicionamento dos sensores em relação à superfície da peça.

Tomadas elétricas

R2.70 Deve-se utilizar tomada intermediária blindada.

Conexões Pneumáticas

R2.71 As conexões pneumáticas devem seguir os padrões já homologados por uma montadora brasileira e devem ser submetidas a aprovação do Comitê de Avaliação.

R2.72 A conexão pneumática deve estar posicionada no lado esquerdo da frente da ferramenta.

Itens de Segurança

R2.73 Todos os *stops* devem ser pintados em vermelho.

- R2.74 Todos os *red x* devem ser pintados em vermelho.
- R2.75 Proteções de anel devem ser pintadas de amarelo para evitar acidentes.
- R2.76 Devem ser instaladas placas de advertência para áreas de pressão ou sistema móvel (nitrogênio/cunha rotativa).
- R2.77 Todas as rampas articuladas devem ser pintadas em amarelo (apenas por fora).
- R2.78 Para ferramentas com dimensões 3500 mm ou maior são necessários 2 pinos de transporte adicionais para fazer o giro da ferramenta.

Dispositivo de Controle

- R2.79 Um dispositivo de controle e medição dimensional deve ser projetado e construído para garantir uma referência para as avaliações de qualidade.
- R2.80 Esse dispositivo deve ser composto por garras de fixação e pinos de referência, a fim de garantir a estabilidade de posicionamento e a repetibilidade das medições. Um exemplo de dispositivo de controle é apresentado na Figura 6.

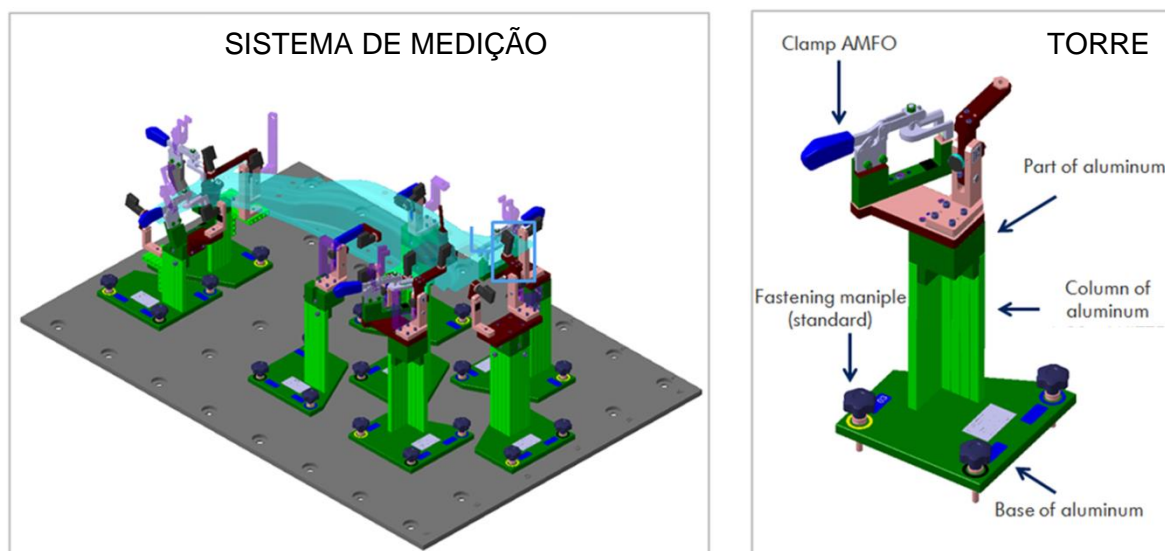


Figura 6. Exemplo de dispositivo de controle.

Seleção de Materiais

- R2.81 As ferramentas devem ser construídas em materiais correspondentes as exigências do desenho do produto e atendimento da vida útil programada para o ferramental.
- R2.82 Devem ser adotados os materiais que atendem as especificações indicadas na Tabela 9 (ferramenta de repuxo – ação simples), na Tabela 10 (ferramenta corte e furação) e na Tabela 11 (ferramenta de calibragem e flangeamento). Materiais equivalentes podem ser adotados mediante aprovação do Comitê de Avaliação.

R2.83 Quando possível, o projeto das nervuras deve incluir alívio nas nervuras. Os alívios devem ser aprovados pelo Comitê de Avaliação.

Tabela 9. Materiais – Ferramenta de repuxo.

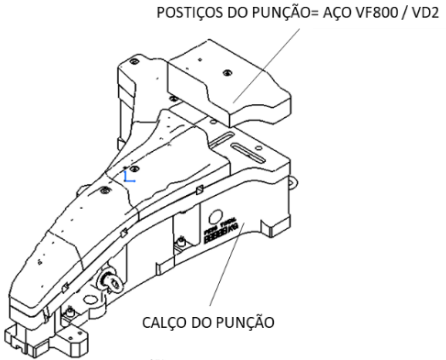
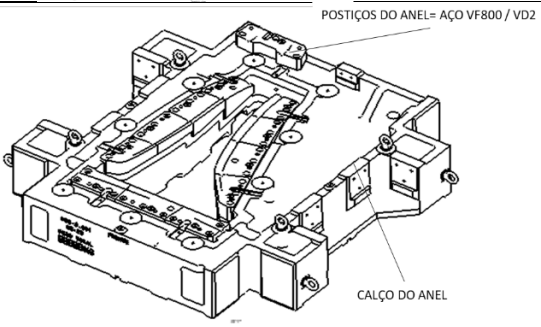
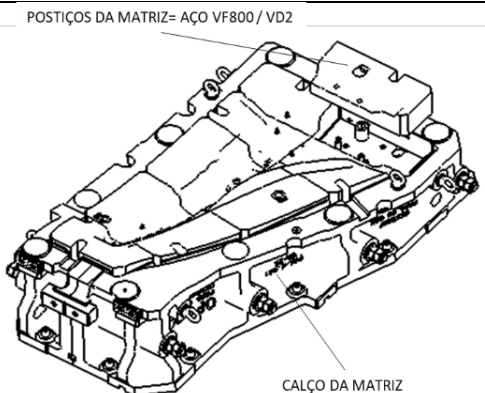
Componente	Especificação
Base superior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Base inferior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Calço do punção	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Calço da matriz	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Calço do anel	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Postiços punção	VF800, VD2
Postiços matriz	VF800, VD2
Postiços anel	VF800, VD2
	<p>Nota: A fixação dos postiços do punção devem ser feitas por baixo, preservando ao máximo à superfície de trabalho para evitar marcas durante o processo de estampagem.</p>
	<p>Nota: A fixação dos postiços do anel, devem ser feitas fora da área de corrida da chapa estampada; Em divisões entre os postiços , deve ser projetado de 3° à 5° para evitar que durante a corrida da chapa estampada ocorra riscos.</p> <p>Obs.: Analisar os vetores de corrida de chapa.</p>
	<p>Nota: A fixação dos postiços da matriz devem ser feitas por baixo, preservando ao máximo à superfície de trabalho para evitar marcas durante o processo de estampagem. Em divisões entre os postiços , deve ser projetado de 3° à 5° para evitar que durante a corrida da chapa estampada ocorra riscos.</p> <p>Obs.: Analisar os vetores de corrida de chapa. Embaixo e nas laterais dos postiços da matriz inserir placas de ajuste, para ajuste de dimensional.</p>

Tabela 10. Materiais – Ferramenta de recorte.

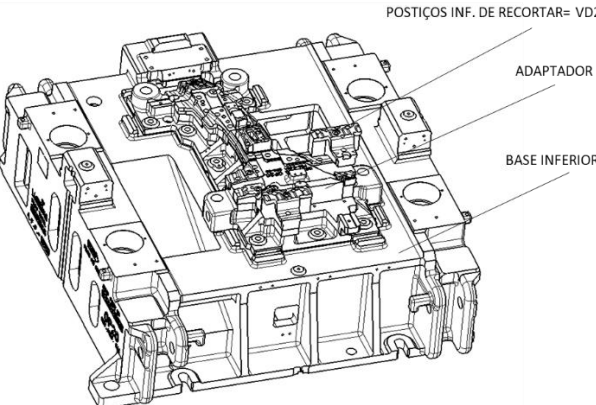
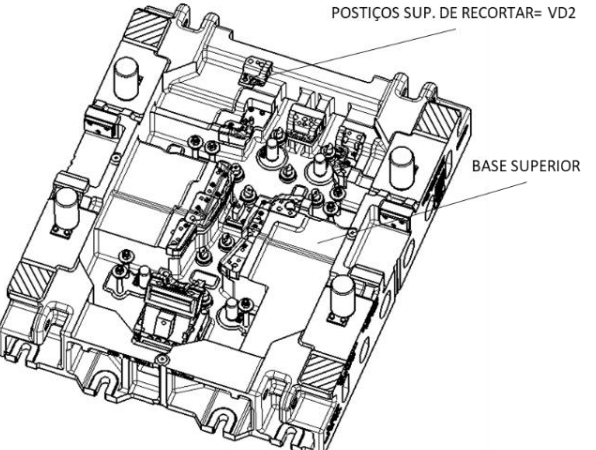
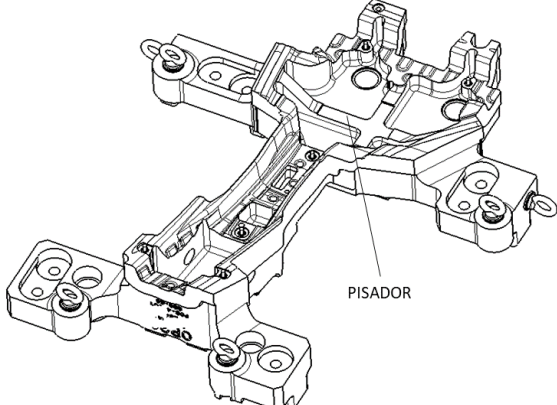
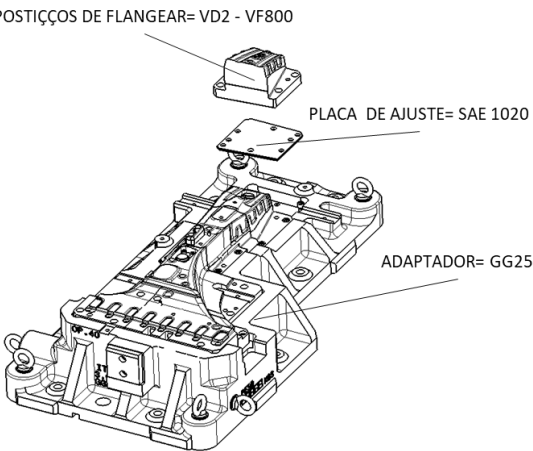
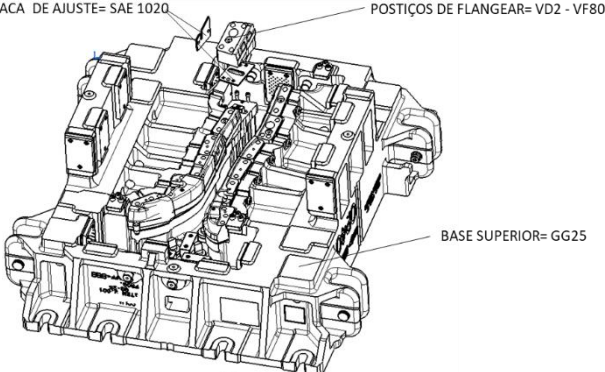
Componente	Especificação
Base superior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Base inferior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Prensa chapas	GGG60
Adaptador inferior	GGG60
Postiços de recortar	VD2
	<p>Nota: Para fixação, a distância mínima da linha de corte para a tangência do alojamento do parafuso é de 15 mm. Para postiços que não forem alojados, projetar chaveta na parte de baixo para anular o esforço devido ao trabalho do recorte.</p>
	<p>Nota: Para fixação, a distância mínima da linha de corte para a tangência do alojamento do parafuso é de 15 mm. Para postiços que não forem alojados, projetar chaveta na parte de baixo para anular o esforço devido ao trabalho do recorte.</p>
	<p>Nota: Faixa mínima de sujeição igual a 40 mm.</p>

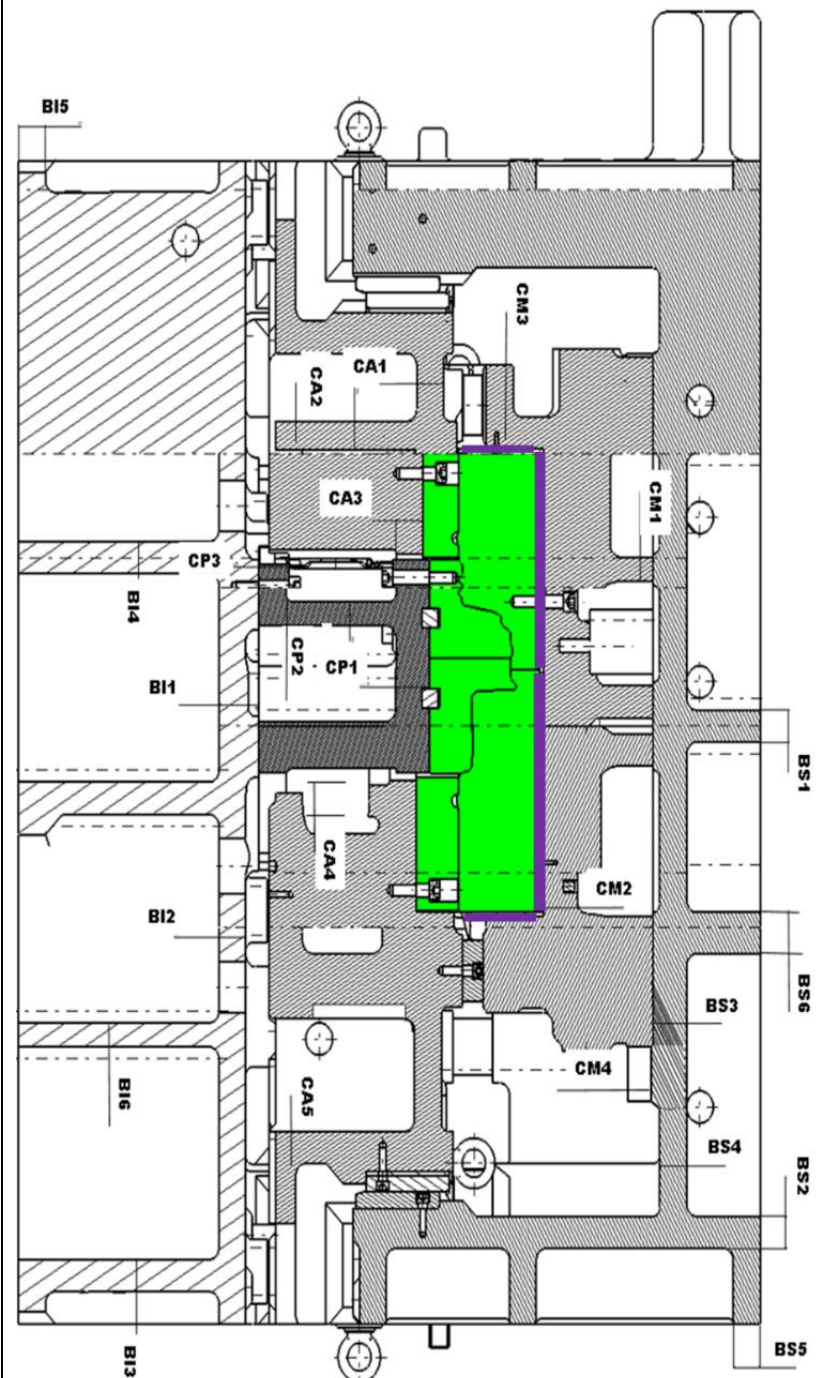
Tabela 11. Materiais – Ferramenta de calibragem e flangeamento.

Componente	Especificação
Base superior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Base inferior	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Pisador	GGG60
Adaptador	GG25, EN-JL-1040, EN-JS-1050
Postiços de formar	VF800 – VD2
 <p>Nota: Embaixo dos postiços da matriz inserir placas de ajuste, para ajuste de dimensional.</p>	
 <p>Nota: Embaixo dos postiços e nas laterais dos postiços superiores de formar inserir placas de ajuste, para ajuste de dimensional. Os Aços superiores tem sistema de tracionamento lateral, sendo assim não projetar pinos de guia</p>	

Nervuras e espessuras

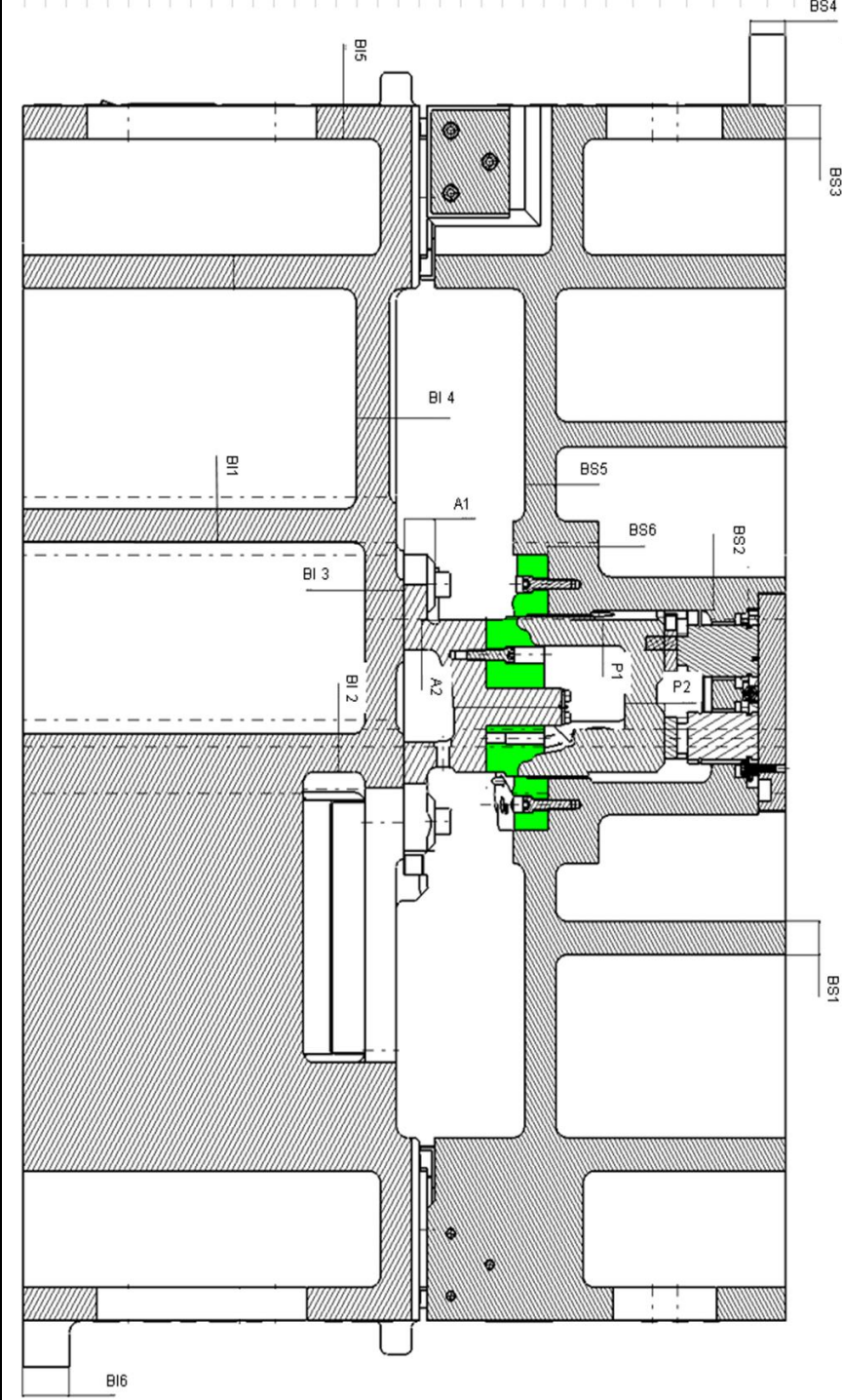
R2.84 As ferramentas devem ser projetadas com as espessuras de nervuras indicadas na Tabela 12 (ferramenta de repuxo – ação simples), na Tabela 13 (ferramenta corte e furação) e na Tabela 14 (ferramenta de calibragem e flangeamento). Em caso de cargas laterais excessivas, pode ser necessário aumentar a espessura das paredes.

Tabela 12. Espessura – Ferramenta de repuxo.



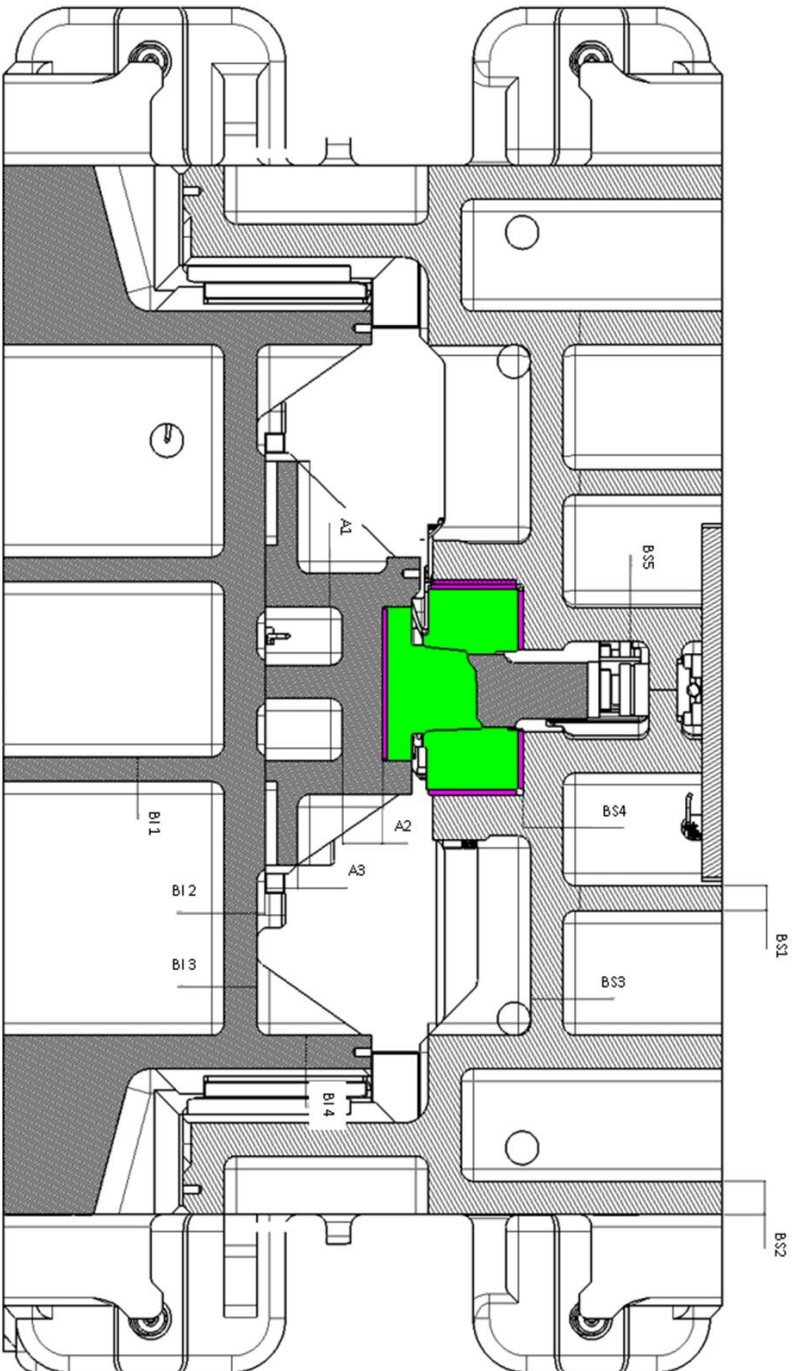
Nervura	Espessura (mm)
Base superior	
BS1	30
BS2	40
BS3	50
BS4	40
BS5	40
BS6	40
Calço da matriz	
CM1	40
CM2	50
CM3	40
CM4	50
Calço do anel	
CA1	40
CA2	40
CA3	40
CA4	40
CA5	40
Calço do punção	
CP1	50
CP2	40
CP3	50
Base inferior	
BI 1	50
BI2	40
BI3	40
BI 4	40
BI 5	40
BI 6	30
Paredes	30

Tabela 13. Espessura – Ferramenta de recorte e furo.



Nervura	Espessura (mm)
Base superior	
BS1	30
BS2	40
BS3	40
BS4	40
BS5	40
BS6	50
Base inferior	
BI 1	30
BI 2	40
BI 3	50
BI 4	40
BI 5	40
BI 6	40
Adaptador	
A1	40
A2	40
Prensa chapas	
P1	40
P2	40

Tabela 14. Espessura – Ferramenta de calibragem e flageamento.

	Nervura	Espessura (mm)
	Base superior	
BS1	30	
BS2	40	
BS3	40	
BS4	50	
BS5	40	
Base inferior		
BI 1	40	
BI 2	50	
BI 3	40	
BI 4	40	
Adaptador		
A1	40	
A2	50	
A3	40	
Pisador		
	Conforme necessidade do perfil	

10.3 Fase 3 – Manufatura

Esta fase corresponde ao processo de construção do ferramental, do molde de isopor a montagem final.

10.3.1 *Etapas e Entregas*

Para cada operação do processo de estampagem, a Fase 3, referente à construção da ferramenta, está organizada nas seguintes etapas:

- Etapa A – Modelo de isopor
- Etapa B – Fundição
- Etapa C – Usinagem 2D e 3D
- Etapa D – Montagem e validação

O início de cada etapa deve ser autorizado pelo Comitê de Avaliação.

Antes do início da construção da ferramenta recomenda-se fazer análise da fundibilidade da peça sob ponto de vista da fundição e simulação de fundição software (magma ou semelhante) detectando possíveis falhas durante o processo de fundição da peça em questão.

As etapas de usinagem devem ser realizadas em cooperação com as empresas NCAM, OSG e OPENMIND que participam do Projeto DECOLAB. Essas empresas irão disponibilizar licenças dos respectivos softwares e auxiliar na geração da programação CAM.

- Programação CAM e definição de estratégias de usinagem serão executados pela NCAM após alinhamento técnico com a ferramentaria e OSG;
- Definição da lista de ferramentas conforme processo de programação elaborado pela NCAM após alinhamento técnico com a ferramentaria e OSG;
- Definição de parâmetros de usinagem junto à Ferramentaria selecionada e fornecedor de ferramentas para usinagem (OSG).

O acompanhamento e avaliação de cada etapa será realizado por:

- Reuniões semanais, onde a empresa contratada deve apresentar o avanço na execução das atividades, eventuais dificuldades e atrasos.
- Visitas para inspeção técnica e aprovação das etapas.

De forma geral, propostas de ajustes podem ser realizadas com o objetivo de melhorar o processo de construção de ferramental. Tais alterações estão sujeitas a validação do Comitê de Avaliação.

Os seguintes documentos devem ser entregues e aprovados pelo Comitê de Avaliação para Fase 3:

- Planejamento da Fase 3:
 1. Detalhamento do cronograma da Fase 3 por operação, contendo:
 - Eventual ajuste de datas, em relação ao cronograma entregue anteriormente, acompanhado de plano de recuperação para retorno ao planejamento inicial;
 - Reuniões semanais de acompanhamento;
 - Definição de reuniões e eventos de inspeção específicos de cada ferramenta (*milestones* e *quality-gates*).
- Etapa A - Modelos de isopor:
 - Início:
 2. Procedimento de inspeção a ser adotado e proposta de checklist de inspeção.
 - Conclusão:
 3. Relatório de controle dimensional do modelo de isopor (inspeção) considerando as contrações (1,25% ferro fundido e 2% para aço fundido, ou conforme recomendação do GT Contratação). Observa-se que o ITA poderá realizar medições paralelas do modelo de isopor utilizando os equipamentos disponíveis no laboratório CCM-ITA.
 4. Relatório de não conformidade documentando os motivos da falha e ações corretivas adotadas com a lista de correções;
 5. Laudo de validação dos modelos.
- Etapa B - Fundição
 - Início:
 6. Procedimento de inspeção a ser adotado e checklist de inspeção, incluindo inspeção visual (qualidade, porosidade, fratura, pré-fatura, rechupes), verificação da composição por meio de corpo de prova, condições para ensaio por raio X ou líquido penetrante, entre outros. Garantia dos requisitos com UT para ferro nodular (sanidade de volume) e PM (sanidade de superfície)
 - Conclusão:
 7. Formulário de mapeamento de processo;

8. Elementos fundidos;
 9. Corpos de prova adicionais (devem ser enviados para o CCM-ITA para caracterizações adicionais paralelas à caracterização requerida da empresa para aprovação).
 10. Relatório de análise realizada 2 semanas após a fundição, incluindo certificado e menção à radiação abaixo norma europeia;
 11. Relatório de não-conformidades, documentando os motivos da falha e ações corretivas adotadas.
 12. Laudo de validação dos fundidos;
- Etapas C – Usinagem 2D e 3D
 - Início:
 13. Procedimento de inspeção a ser adotado e proposta de checklists para inspeção da usinagem 2D e da usinagem 3D.
 - Conclusão:
 14. Relatório sobre estratégias de usinagem;
 15. Programação CAM;
 16. Relatório de inspeção dimensional – usinagem 2D;
 17. Relatório de inspeção dimensional – usinagem 3D;
 18. Relatório de não-conformidades, documentando os motivos da falha e ações corretivas adotadas.
 - Etapa D – Montagem
 - Início:
 19. Procedimento para validação estática do ferramental após a montagem.
 20. Procedimento para validação dinâmica do ferramental após a montagem.
 - Conclusão:
 21. Relatório de validação estática.
 22. Relatório de validação dinâmica.
 23. Relatório de não-conformidades, documentando os motivos da falha e ações corretivas adotadas.

As entregas da Fase 3 – Construção são resumidas a seguir (Tabela 15 a Tabela 18).

Tabela 15. Entregas e responsáveis – Fase 3 – Construção, Planejamento e Etapa A.

<i>Atividade</i>	<i>Entregas</i>	<i>Responsável</i>	<i>Tempo</i>
Planejamento	1. Cronograma detalhado	Empresa contratada	Início da Fase 3
Etapa A – Modelo de isopor	Autorização para início da Etapa A	ITA	Início da Etapa A
	2. Procedimento de inspeção e checklist	Empresa contratada	
	3. Relatório de controle dimensional	Empresa contratada	Final Etapa A
	4. Relatório de não-conformidades		
	5. Laudo de validação dos modelos		
Aceitação da Etapa A	ITA		

Tabela 16. Entregas e responsáveis – Fase 3 – Construção, Etapa B.

Etapa B – Fundição	Autorização para início da Etapa B	ITA	Início da Etapa B
	6. Procedimento de inspeção e checklist	Empresa contratada	
	7. Mapeamento de processo	Empresa contratada	Final Etapa B
	8. Elementos fundidos		
	9. Corpos de prova para o ITA		
	10. Relatório de 2 semanas		
	11. Relatório de não-conformidades		
	12. Laudo de validação dos fundidos		
Aceitação da Etapa B	ITA		

Tabela 17. Entregas e responsáveis – Fase 3 – Construção, Etapa C.

Etapa C – Usinagem 2D e 3D	Autorização para início da Etapa C	ITA	Início da Etapa C
	Licença de software de programação CAM	NCAM, OSG, OPENMIND	
	13. Procedimento de inspeção e checklist	Empresa contratada	
	14. Relatório sobre estratégias de usinagem	Empresa contratada	Final Etapa C
	15. Programação CAM		
	16. Relatório de inspeção dimensional – usinagem 2D		
	17. Relatório de inspeção dimensional – usinagem 3D		
	18. Relatório de não conformidades		
Aceitação da Etapa C	ITA		

Tabela 18. Entregas e responsáveis – Fase 3 – Construção, Etapa D.

Etapa D – Montagem e validação	Autorização para início da Etapa D	ITA	Início da Etapa D
	19. Procedimento de montagem	Empresa contratada	
	20. Procedimento de validação estática		
	21. Procedimento de validação dinâmica	Empresa contratada	Final Etapa D
	22. Relatório de validação estática		
	23. Relatório de validação dinâmica		
	Aceitação da Etapa D	ITA	

10.3.2 Requisitos

Pinturas

As seguintes cores devem ser adotadas na pintura das ferramentas:

- R3.1 Itens de segurança em vermelho.
- R3.2 Setas de fluxo em branco.
- R3.3 Número de ferramenta em branco.
- R3.4 Identificação da frente em branco.
- R3.5 Peso da ferramenta: parte inferior, superior e anel em branco.
- R3.6 Munhões em amarelo.
- R3.7 Rampas em amarelo.

Soldagem de Ferramentas

- R3.8 As soldas não poderão ser realizadas em áreas consideradas de superfície “A” da peça, quando realizadas deverão ser identificadas em desenho de projeto da ferramenta.
- R3.9 Quando necessário aplicar solda, deve-se utilizar Protocolo de Aplicação de Solda.

Tratamento Térmico

- R3.10 Os aços considerados críticos, para garantir maior durabilidade dos ferramentais, deverão ser tratados de acordo com as suas necessidades de uso (sendo acordado em conjunto com o Comitê de Avaliação). Cabe o uso de tratamentos como:
 - Têmpera e revenimento (forno, a laser, etc.);
 - Têmpera de borda (EBT) ou têmpera total;
 - Cementação;

- Nitretação;
- Laser ou indução;
- Etc.

Fundição

- R3.11** As peças fundidas a serem cromadas não devem ser pintadas a fim de evitar a poluição dos banhos de cromagem.
- R3.12** A pintura feita para evitar que partículas de areia sejam descascadas não é confiável a longo prazo - a fundição deve ser jateada meticulosamente.

Usinagem

- R3.13** Na etapa de usinagem, deve-se aliviar raios positivos para reduzir tempo de ajuste.

Montagem

- R3.14** A etapa de montagem deve incluir as seguintes atividades:
- i. Ajuste de topo e assentamento de faças de corte, aços de flangear e/ou calibrar;
 - ii. Ajuste e montagem de carros para cópia ou referenciamento;
 - iii. Análise dos itens temperados, ajuste de topos das facas e montagem de buchas de corte;
 - iv. Montagem de carrinhos, colunas, placas de castelo, sujeitador e pisador;
 - v. Montagem de cilindros pneumáticos, sistemas de Nitrogênio e pneumáticos;
 - vi. Verificação de folgas, ajuste, sincronismo em prensa e localização de punções;
 - vii. Pintura das áreas de segurança e montagem de plaquetas.

10.4 Fase 4 – Ajuste e Validação (*Try-out*)

Esta fase corresponde ao ajuste da ferramenta (try-out) e a validação do ferramental por meio da estampagem de um lote mínimo de peças em conformidade com os requisitos de processo e qualidade estipulados.

10.4.1 *Etapas e Entregas*

A Fase 4 é dividida nas seguintes etapas:

- Etapa A – Try-out: correspondente ao ajuste das ferramentas, para qual estima-se 4 loops. O ajuste das ferramentas deve ser realizado com acompanhamento da equipe de simulação. Os modelos de simulação devem ser atualizados de forma a refletir os ajustes realizados durante o *try-out*.
- Etapa B – Produção: para a qual deve ser estampado um lote de 50 peças, emulando a operação das ferramentas com as 4 operações em série e com a transferência de peças realizada de forma manual.
- Etapa C – Aceitação final: com base na documentação entregue, é emitida a aceitação final do ferramental, que deve ser então embalado para transporte.

Os seguintes documentos devem ser entregues e aprovados pelo Comitê de Avaliação para Fase 4:

- Planejamento da Fase 4:
 1. Detalhamento do cronograma da Fase 4 por operação e loop de *try-out*, contendo:
 - Eventual ajuste de datas, em relação ao cronograma entregue anteriormente;
 - Reuniões semanais de acompanhamento;
 - Definição de reuniões e eventos de inspeção específicos de cada ferramenta (*milestones* e *quality-gates*).
 2. Plano de tryout: deve conter o detalhamento das etapas do *try-out*, bem como procedimentos para inspeção das peças e da ferramenta estampada. Deve detalhar os requisitos para a aprovação técnica da conformidade da primeira peça estampada.
- Etapa A – Try-out:
 3. Relatório de inspeção das chapas recebidas, descrevendo eventuais anomalias.
 4. Relatórios de avaliação da aparência das chapas estampadas p/ cada loop do *try-out*.
 5. Lista de compensações de *springback* decididas pela empresa contratada em consulta com o Comitê de Avaliação.
 6. Relatório de evolução das ferramentas, com fotos, medição do desgaste e monitoramento dos requisitos de geometria da ferramenta.
 7. Atualização dos modelos de simulação do ferramental, conforme correções realizadas.
 8. Relatório de não-conformidades, documentando os motivos da falha e ações corretivas adotadas.

- Etapa B – Produção de lote:
 9. Peças estampadas.
 10. Relatório de produtividade, incluindo avaliação da aparência do lote.
- Etapa C– Aceitação final:
 11. Ferramental embalado, pronto para transporte.

As entregas da Fase 4 são resumidas na Tabela 19.

Tabela 19. Entregas e responsáveis – Fase 4.

<i>Atividade</i>	<i>Entregas</i>	<i>Responsável</i>	<i>Tempo</i>
Planejamento	1. Cronograma detalhado	Empresa contratada	Início da Fase 4
	2. Plano de try-out		
Etapa A – Try-out	Autorização para início da Etapa A	ITA	Início da Etapa A
	3. Relatório de inspeção das chapas recebidas	Empresa contratada	Final Etapa A
	4. Relatórios de avaliação das chapas estampadas		
	5. Lista de compensações de <i>springback</i>		
	6. Relatório de evolução das ferramentas		
	7. Modelos de simulação atualizados		
	8. Relatório de não-conformidades		
	Aceitação da Etapa A	ITA	
Etapa B – Produção de lote	Autorização para início da Etapa B	ITA	Início da Etapa B
	9. Peças estampadas	Empresa contratada	Final Etapa B
	10. Relatório de produtividade		
	Aceitação da Etapa B	ITA	
Etapa C – Aceitação final	Autorização para início da Etapa C	ITA	Início da Etapa C
	11. Ferramental embalado	Empresa contratada	Final Etapa C
	Aprovação técnica final para transporte	ITA	

10.4.2 *Embalagem e Transporte*

O ferramental produzido deverá ser entregue no seguinte endereço:

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Centro de Competência em Manufatura
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50
Vila das Acácias, 12228-900
São José dos Campos/SP – Brasil

Todos os gastos que sejam necessários para a embalagem e entrega do ferramental no endereço acima serão por conta do fornecedor contratado. Os custos de embalagem e transporte deverão ser incluídos na proposta.

10.4.3 *Requisitos*

Requisitos de processo

- R4.1.** O ajuste da ferramenta deve ser realizado sem o uso de balanceadores;
- R4.2.** O ajuste da ferramenta deve ser realizado em 4 loops, com estampagem de 5 peças por loop.
- R4.3.** Ao final do *try-out* deve ser realizada a estampagem de 50 peças em modo de produção.
- R4.4.** Ajuste de anel (quadro de pressão): mínimo de 80%;
- R4.5.** Ajuste de fundo de matriz: mínimo de 90%, considerando todas as regiões positivas;
- R4.6.** Ajuste de pisadores nas demais operações: mínimo de 95%;
- R4.7.** A empresa contratada deve garantir que as entradas de platinas estejam conforme teórico e nada pode ser alterado em relação ao Plano de Métodos sem autorização do Comitê de Avaliação.

Requisitos de produtividade:

- R4.8.** A velocidade da prensa durante a etapa de *tryout* deve ser de, no mínimo, 8 golpes/min.
- R4.9.** Deve-se atingir 75% das metas de produtividade no *tryout* (100% corresponde a operação em linha de produção).

Requisitos de qualidade:

- R4.10.** Estampagem de peça sem falhas críticas, também chamadas de falha tipo B, que correspondem, de maneira geral, a defeitos superficiais visíveis pelo cliente a olho nu ou sensível ao tato.
- R4.11.** A primeira peça boa (*first pannel*) obtida no tryout deve apresentar dimensional com no mínimo 95% da área dentro da tolerância especificada em projeto.
- R4.12.** Estampagem de uma sequência de 10 peças utilizando 2 operadores diferentes (5 peças estampadas por cada operador), onde cada peça obedece aos requisitos de qualidade especificados para a fase de tryout.
- R4.13.** A inspeção das peças estampadas pode ser realizada de forma manual em máquina CMM ou utilizando dispositivo de *scan*.
- R4.14.** As peças estampadas não podem sofrer nenhum tipo de acabamento após a estampagem (*Zero metal finish*).
- R4.15.** As peças estampadas devem apresentar nível de estiramento em 100% da peça dentro dos limites especificados na norma do material, conforme previsto na fase de *Die Engineering*.
- R4.16.** Deve-se aplicar tratamento superficial para todos os repuxos antes do *die shipping*.
- R4.17.** A empresa contratada deve atualizar os modelos numéricos, levando em conta a usinagem para possíveis correções de forma e compensação de *springback*.
- R4.18.** A empresa contratada deve executar o tryout com o material de chapa definido pelo Comitê de Avaliação.
- R4.19.** A empresa contratada deve reportar eventuais anomalias nas chapas recebidas.
- R4.20.** A empresa contratada deve notificar o Comitê de Avaliação caso algum problema seja identificado durante o tryout.
- R4.21.** A empresa contratada deve ficar responsável por criar e implementar uma estratégia de correção das não-conformidades e encaminhá-la ao Comitê de Avaliação. O plano de ação a ser proposto nesse caso deve ser claro e deve descrever detalhadamente o problema, as correções, bem como deadlines compatíveis com o cronograma do projeto.
- R4.22.** A empresa contratada deve se comprometer a validar a força calculada na estampagem com a força medida na prensa quando a força calculada está acima de 80% da capacidade da prensa.
-