



Projeto de uma Perfuratriz de Hélice Contínua





Equipe do Projeto

1. Matheus Carvalho Oliveira – GP;
2. Matheus Dantas Sampaio;
3. Diego Oliveira dos Santos;
4. Luzia Romero Acosta;

Imagem 1 – Matheus Carvalho.



Imagem 2 – Matheus Sampaio.



Imagem 3 – Diego Oliveira.



Imagem 4 – Luzia Romero.





Curso/Turma: Engenharia Mecânica / 2014.2;

Título do Projeto: Projeto de uma Perfuratriz de Hélice Contínua;

Empresa (cliente): Geofor;

Orientador: Alexandre Diogo Poltronieri;

Docente/GTA: José Alberto da Silva Filho;

Coordenador: Guilherme Oliveira de Souza.



GEOFOR

- Empresa de Eng. Civil situada em Lauro de Freitas-BA;
- Realiza a confecção de estacas de concreto;
- Perfuratriz de hélice contínua como a principal atuação.

Imagem 5 – Perfuratriz hélice contínua em execução de estacas.



JUSTIFICATIVAS

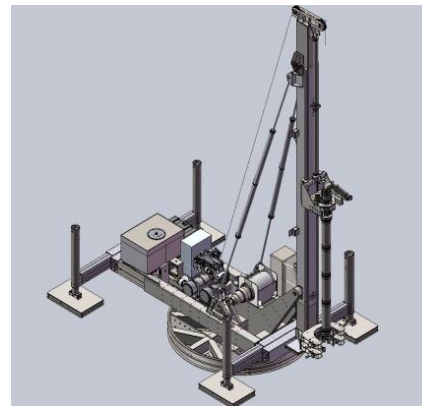
- Demandam por perfuratrizes de hélice contínua de pequeno/médio porte;
- Alto valor para que fosse comprado um equipamento novo;
- Foi possível a customização durante o projeto.

Imagem 6 – Perfuratriz de hélice contínua – R\$ 850.000,00 .



Fonte: Mercado Livre

Imagem 7 – Perfuratriz personalizada



Fonte: Gilmar

OBJETIVOS



GERAL:

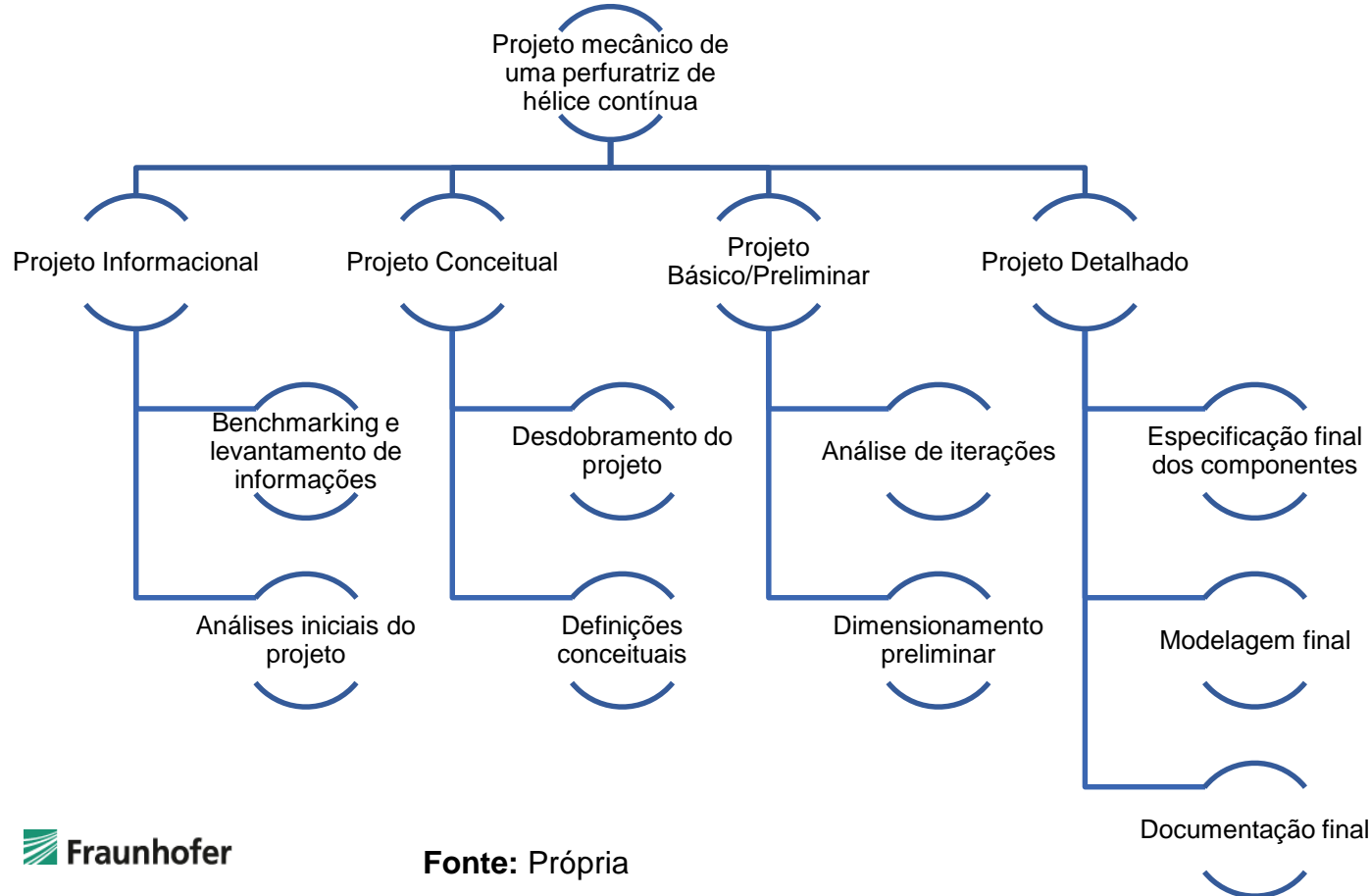
Projetar a mecânica de uma máquina do tipo perfuratriz de hélice contínua para uma empresa do ramo de fundações.

ESPECÍFICOS:

- Realizar o projeto informacional;
- Realizar o projeto conceitual;
- Realizar o projeto básico;
- Realizar o projeto detalhado;
- Dimensionar o sistema de nivelamento da máquina;
- Dimensionar o cabeçote de perfuração.

METODOLOGIA DO PROJETO

Imagem 8 – Estrutura Analítica.





FERRAMENTAS E MÉTODOS

1- Projeto Informacional:

- Brainstorming;
- Benchmarking;
- Pesquisa acadêmica;
- QFD.

2- Projeto Conceitual:

- Síntese Funcional;
- Matriz Morfológica.

3 - Projeto Básico – Detalhado:

- Modelagem CAD 3D;
- Simulação CAE.



NECESSIDADES DO CLIENTE

- Ter a capacidade de perfuração de até 12 metros;
- Ter capacidade de comportar trados de hélice contínua com diâmetros de até 600 mm;
- Ter um custo de aquisição 30% mais baixo do que as de mercado, dentro da mesma categoria, e que execute estacas com os padrões exigidos por norma;
- Utilizar componentes nacionais ou marcas com representação comercial no Brasil, sempre que possível, com o objetivo de diminuir custos e facilitar a manutenção e reposição de tais componentes;



NECESSIDADES DO CLIENTE



- Apresentar a capacidade de realizar o injeção de concreto com a retirada simultânea do trado do solo.



RESOLUÇÕES NORMATIVAS



Para a elaboração deste projeto foram adotadas as seguintes resoluções normativas:

- NBR 6122/2010;
- Norma regulamentadora N° 12.



RESOLUÇÕES NORMATIVAS

Torque mínimo para realização das estacas (NBR 6122/2010);

Torque (kNm)	Arranque (kN)	Dimensões das estacas (cm)
< 80	400	Ø até 50 cm com comprimento até 17,0 m
80 a 150	400	Ø até 80 cm com comprimento até 27,0 m
≥ 160	700	Ø até 120 cm com comprimento até 30,0 m

Fonte: NBR 6122/2010.



ANÁLISE DE SIMILARES

Imagem 9 – Bate estaca



Fonte: Escav

Imagem 10- Perfuratriz Evomaq



Fonte: Evomaq

Imagem 11- Perfuratriz Tubulão



Fonte: Bristol

Imagem 12- Perfuratriz Liebherr

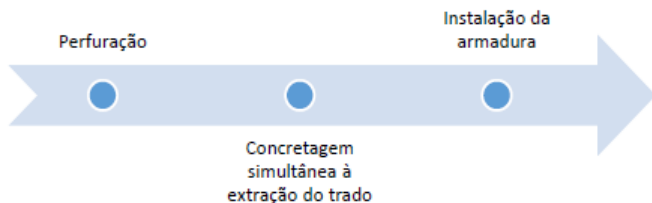


Fonte: Liebherr



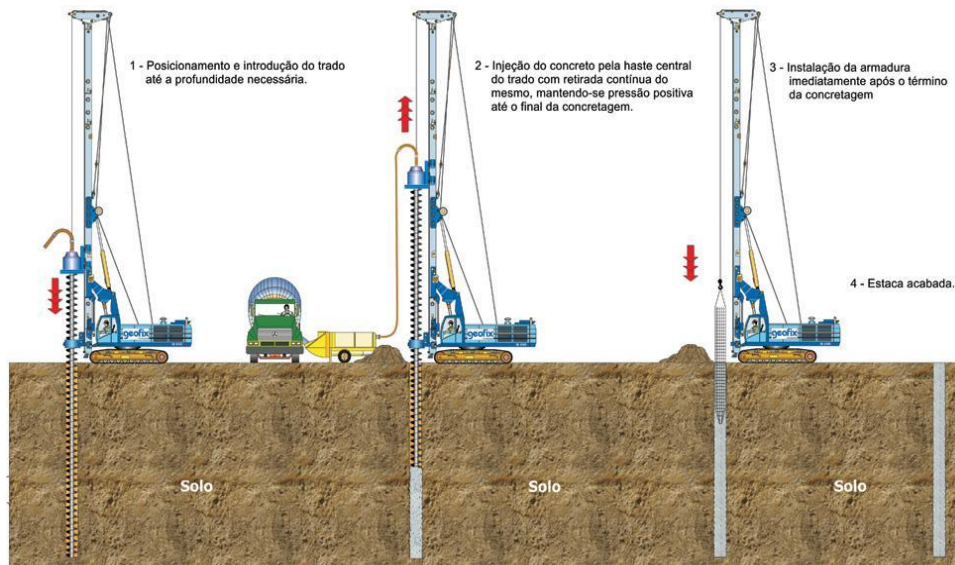
FUNÇÃO DO EQUIPAMENTO

Imagem 12 – Etapas execução de estacas



Fonte: Própria equipe

Imagem 13 Etapas execução de estacas



Fonte: Geofix



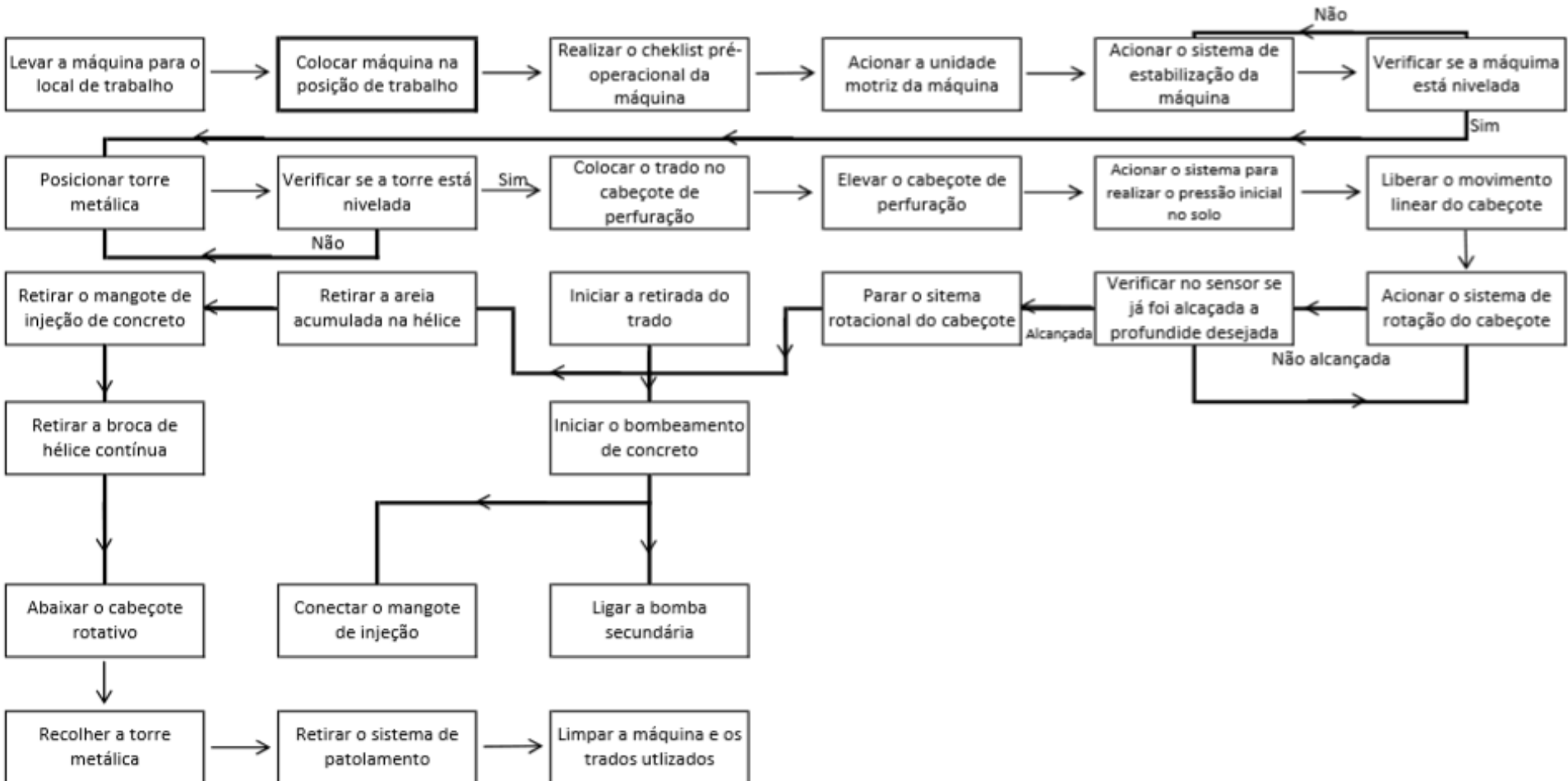
REQUISITOS DO PROJETO

Com base na análise da matriz QFD foram estabelecidos como requisitos principais do projeto:

- I. Atender as normas de segurança NBR 6122/2010 e NR 12;
- II. Usar uma quantidade mínima de peças;
- III. Dimensões de acordo com as normas de CONTRAN para transporte rodoviários;
- IV. Potência efetiva da unidade motriz (HP);
- V. Custo de manutenção (R\$).

Estrutura funcional 2

Perfuratriz Hélice Contínua



MATRIZ MORFOLÓGICA

Imagem 16 – Matriz Morfológica

Função global:			Confeccionar estacas de concreto		
Fornecer a energia requerida	Movimentar os mecanismos principais e auxiliares				
	Acionar a unidade de força				
	Acionar a unidade hidráulica				
	Operar os mecanismos				

MATRIZ MORFOLÓGICA

Imagem 17 – Matriz Morfológica

Furar o solo	Rotacionar a hélice				
	Movimentar o cabeçote rotativo				
	Utilizar brocas de furação				
	Instalar e Movimentar as brocas				
Movimentar estrutura	Mecanismo de movimentação				

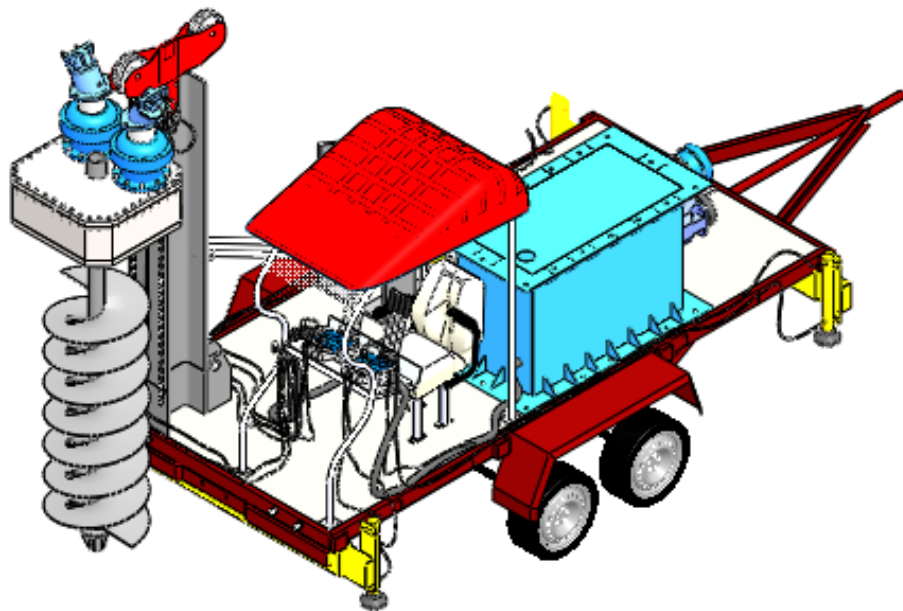
MATRIZ MORFOLÓGICA

Imagem 18 – Matriz Morfológica

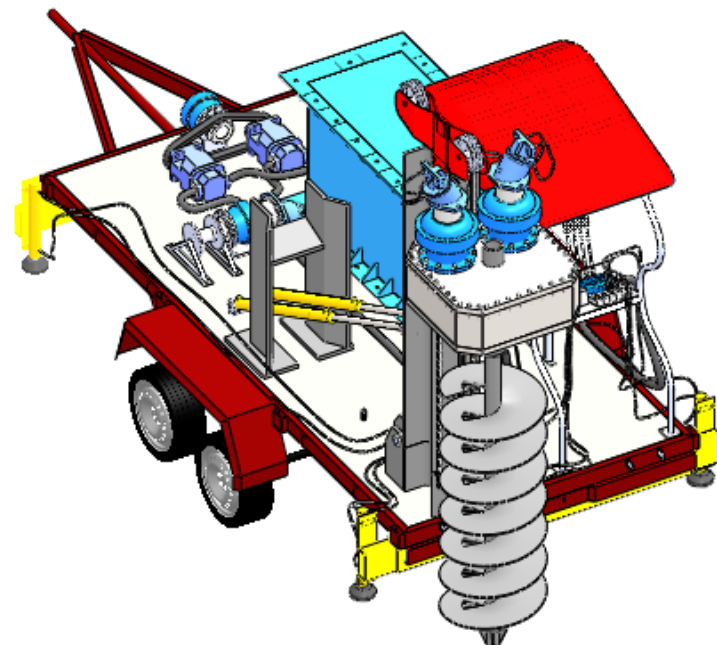
	Adaptar a variedade de solos				
Alcançar a profundidade e dos furos	Utilizar brocas de diferentes comprimentos				
	Utilização de torres metálicas				
	Verificar nivelamento da torre				
Controlar impactos externos	Diminuir vibração				



CONCEITO ESPECIFICADO



Fonte: Própria Equipe




Fonte: Própria Equipe

BÁSICO-DETALHADO

Componentes	Tipo de aquisição	Fornecedor	Referência	Quantidade
Bombas hidráulicas	Compra	Rexroth	A4FO-125L (desloc. Vol. = 125cm ³ /rot - Pmax = 40bar)	2 und
Redutores planetários (entrada do cardã)		Brevini	EM 1020 (i = 1:3,08)	1 und
Redutores planetários (mesa rotativa)			EM 1090 (i = 1:8,7)	2 und
Redutores planetários (tambor central)			ED 2030 (i = 1:20,28)	1 und
Motores hidráulicos		Rexroth	A2FE - Série 6x - 180 L (desloc. Vol = 125 cm ³ /rot)	2 und

BÁSICO-DETALHADO



Componentes	Tipo de aquisição	Fornecedor	Referência	Quantidade
Trado	Compra	Bristol	Com navalhas, D = 600 mm; h = 2000 mm	6 und
Tambor				
Cabo de aço		Movimenta Cargas	De = 380 mm; cabo de aço de 6x41WS	1 und
		Vonder	6x41SW - d = 3/4"	20 m
Mangueiras hidráulicas		Parker	791TC/792TC.	20 m
		Cardans Agrícolas	Terminal TDP, Série 6000, CC 600 - 6 estrias	1 und

BÁSICO-DETALHADO

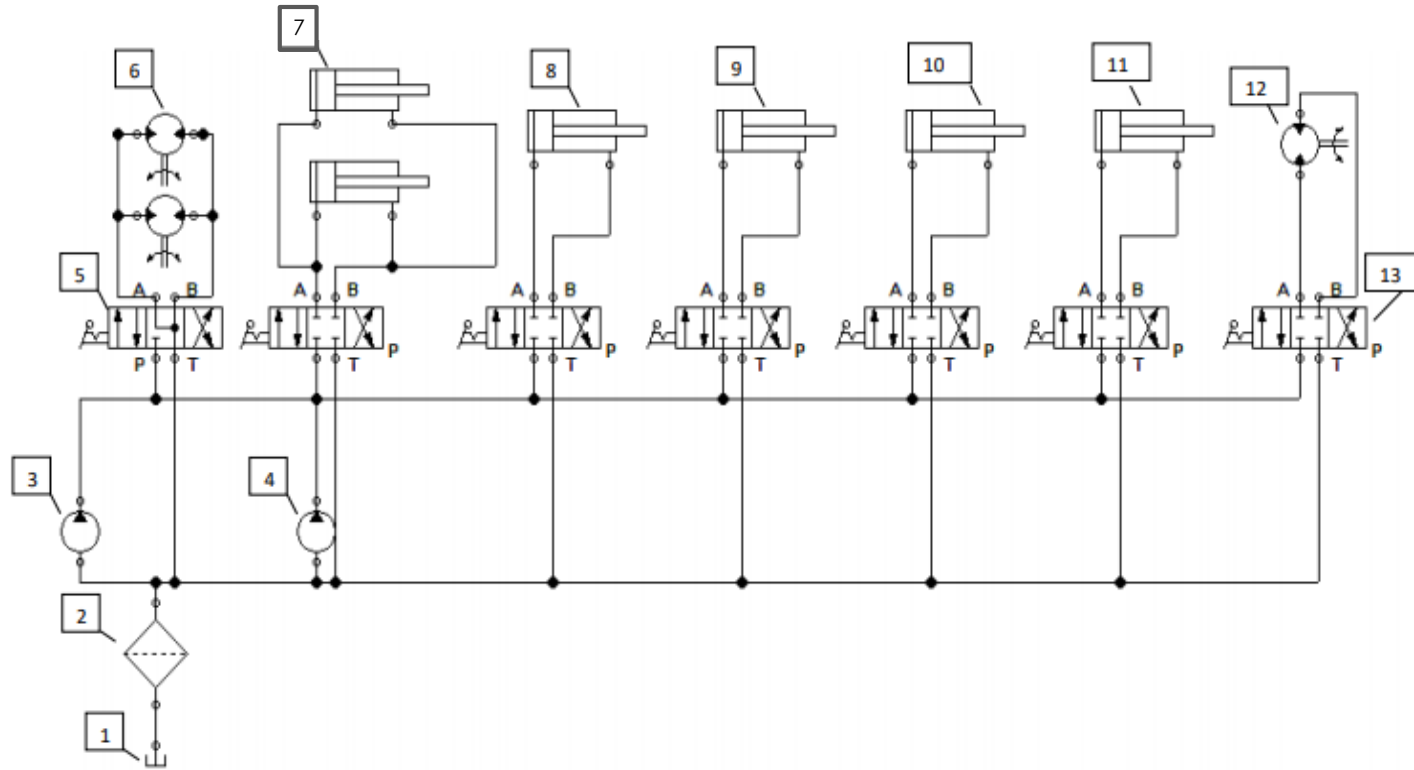
Componentes	Tipo de aquisição	Fornecedor	Referência	Quantidade
Cilindros hidráulicos (torre)	Compra	Bel Air	HM2001002X1000	2 und
Cilindros hidráulicos (patolas)			HM2001012X1000	4 und
Veículo base		Reboques Bandeirantes	Dimens. Mín (1800 x 3000 mm); Cap. Mín (3000 kg); Engate Univ.	1 und
Guias laterais		Hiwin	(HGW 25 CAE 2 R2500)	1 und
Reservatório de óleo		Fluid	600 L	1 und

BÁSICO-DETALHADO

Componentes	Tipo de aquisição	Fornecedor	Referência	Quantidade
Óleo	Compra	Mobil	ISO VG 8	600 L
Válvula de comando hidráulico		DINOIL	DNC65 (7 vias)	1 und
Filtro de óleo (abastecimento)		Hydac	BDE 400	1 und
Filtro de óleo (sucção)		Hydac	SF W 330	1 und
Engrenagens transmissão (reductor 1 - bombas)	Fabricação	ATI	BE401050018	1 und
			BE411050085	1 und
			BE401050028	1 und
Caixa redutora			Redução $i = 1:8$	1 und

BÁSICO-DETALHADO

- Circuito hidráulico:



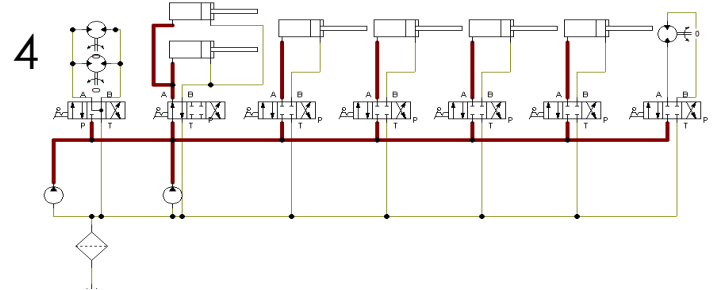
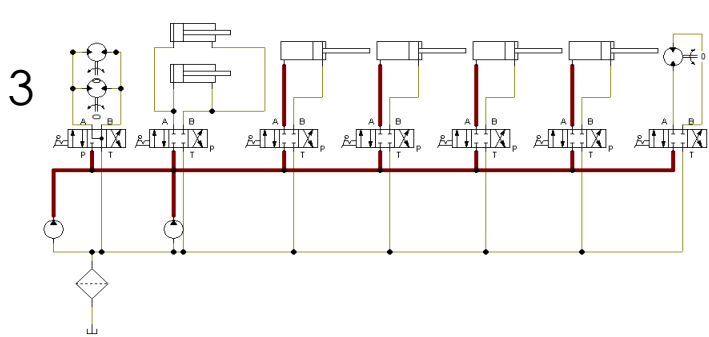
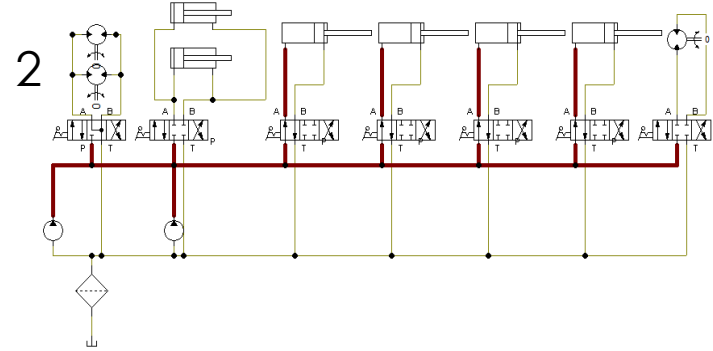
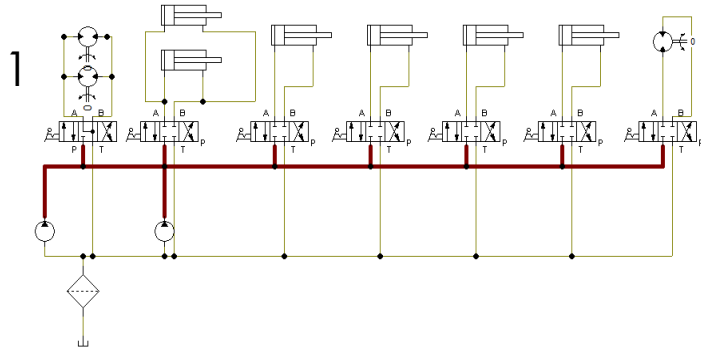
BÁSICO-DETALHADO

LEGENDA – CIRCUITO HIDRÁULICO

1	Reservatório de óleo	8	Parola traseira oposta ao operador
2	Filtro de sucção	9	Patola traseira lado do operador
3	Bomba 1	10	Patola dianteira oposta ao operador
4	Bomba 2	11	Patola dianteira lado do operador
5	Válvula manual 4/3 vias com posição variada	12	Motor que representa tambor de içamento do cabeçote rotativo
6	2 motores hidráulicos representando o cabeçote rotativo	13	Válvula manual 4/3 vias com posição de desligamento
7	2 cilindros hidráulicos para erguer a torre	—	—

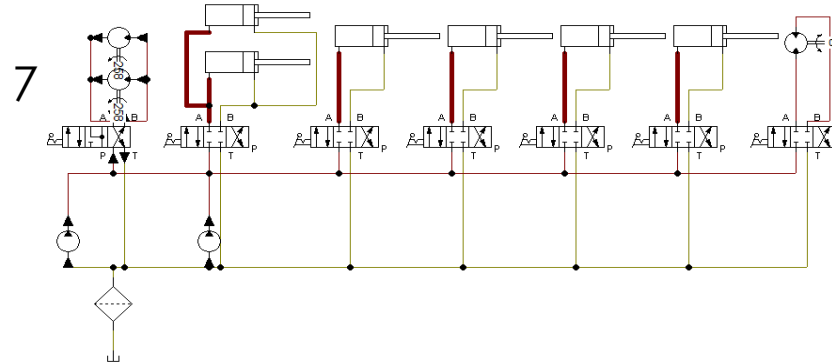
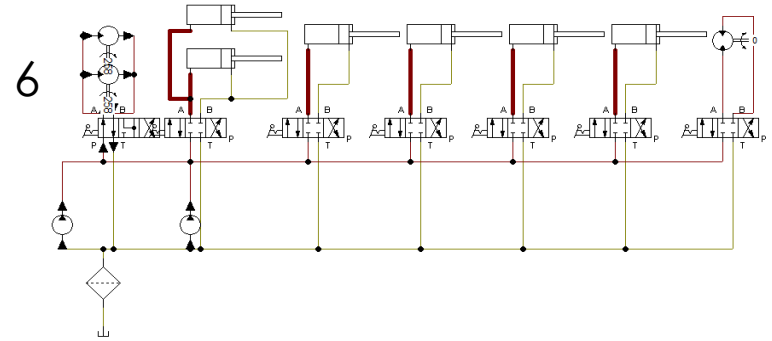
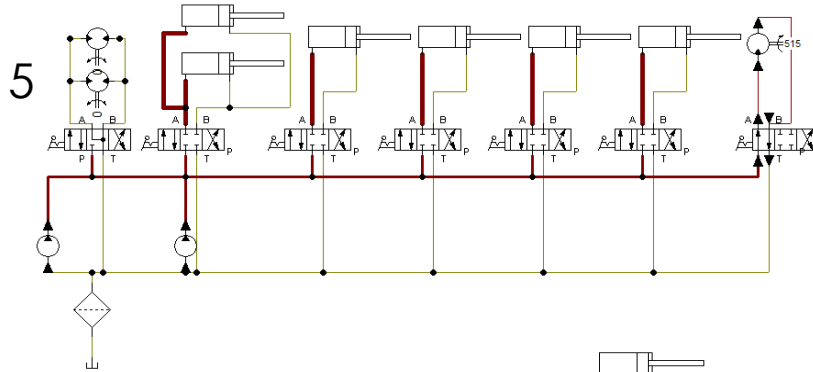
BÁSICO - DETALHADO

- Circuito hidráulico:



BÁSICO - DETALHADO

- Circuito hidráulico:





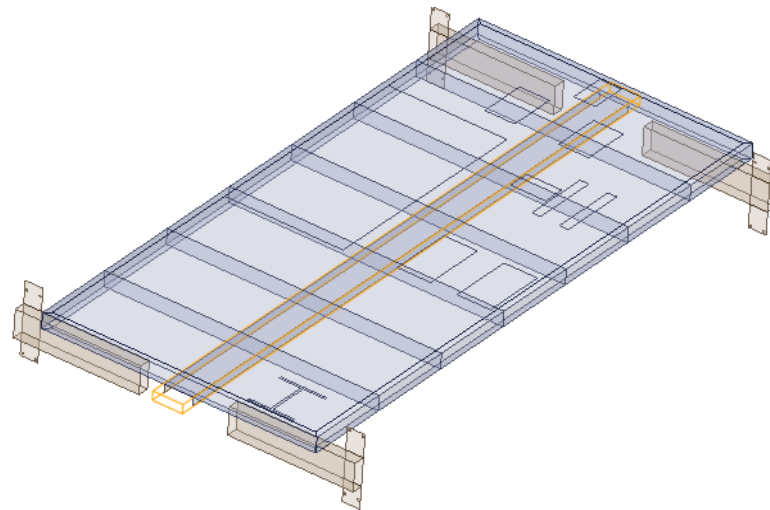
VALIDAÇÃO TÉCNICA

1- Análise pelo método de elementos finitos

- Software CAE Ansys;
- Simplificação da estrutura.

2- Tratamento de superfície:

- Divisão de corpos;
- Recurso da superfície média.



Fonte: Própria Equipe

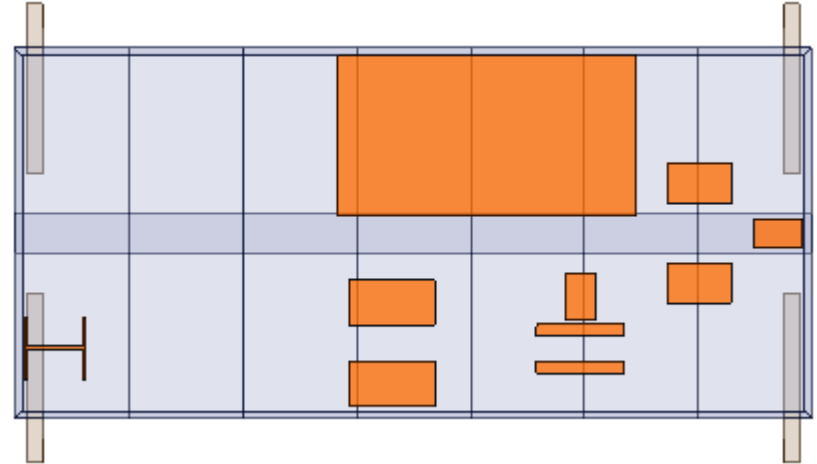
VALIDAÇÃO TÉCNICA



3- Aplicação dos esforços

- Massa remota no centro de gravidade.

1. Suporte da torre em operação;
2. Suporte da torre deitada;
3. Reservatório de óleo hidráulico;
4. Tambor do cabo de aço;
5. Bombas com redutores.

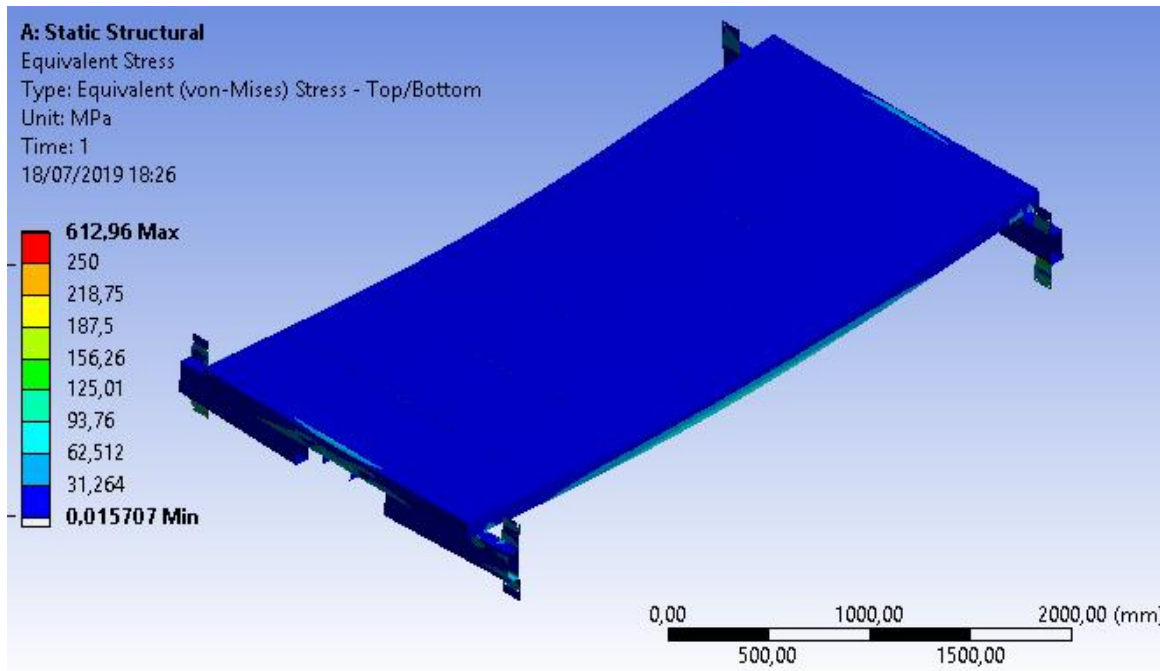


Fonte: Própria Equipe



VALIDAÇÃO TÉCNICA

4- Análise de tensão von-Mises

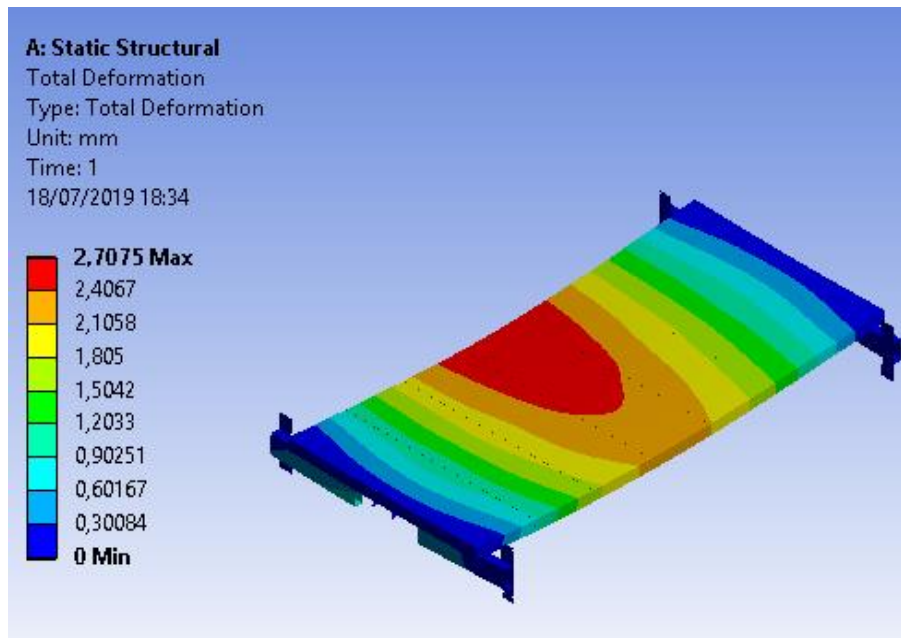


Fonte: Própria Equipe



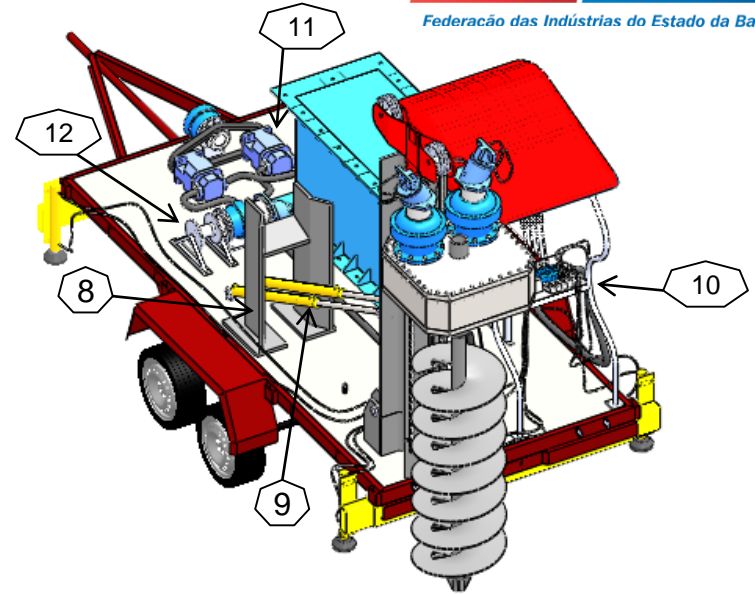
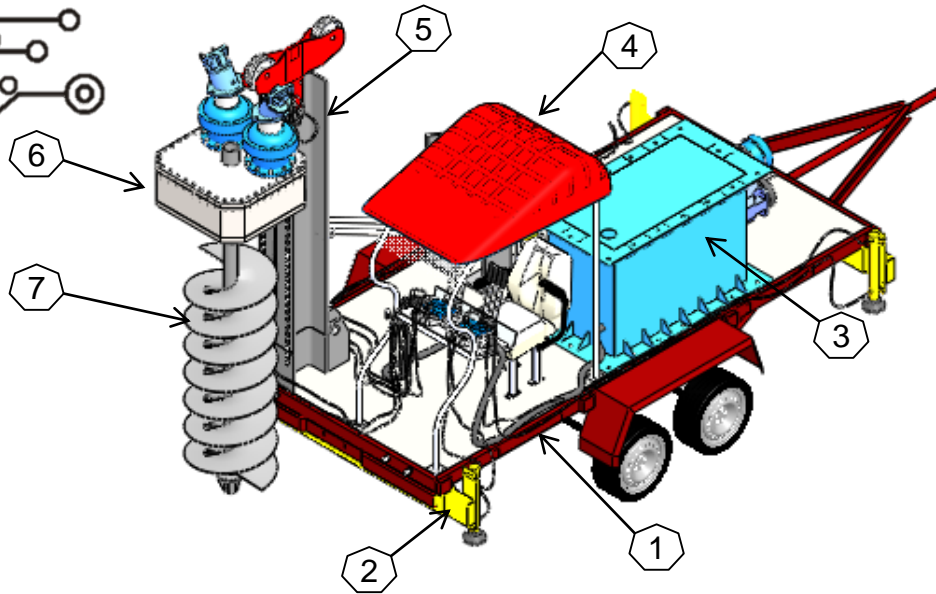
VALIDAÇÃO TÉCNICA

4- Análise da deformação total



Fonte: Própria Equipe

MODELAGEM CAD

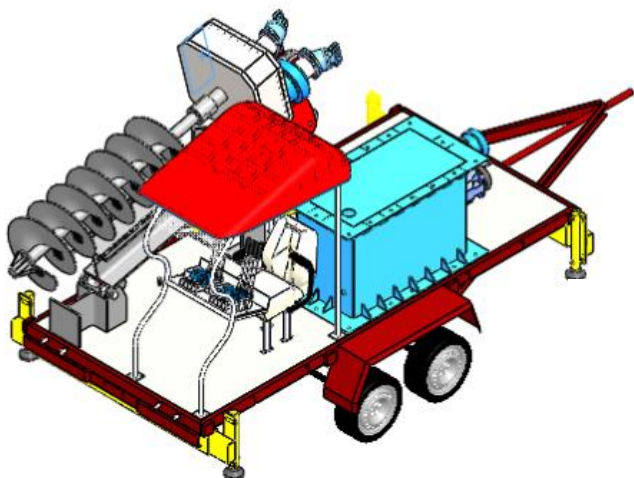


1	Carreta	5	Torre	9	Cilindros hidráulico
2	Patola	6	Mesa rotativa	10	Comandos hidráulicos
3	Tanque de óleo	7	Trado	11	Redutor e bombas
4	Cabine do operador	8	Suporte da torre	12	Guincho da mesa rotativa

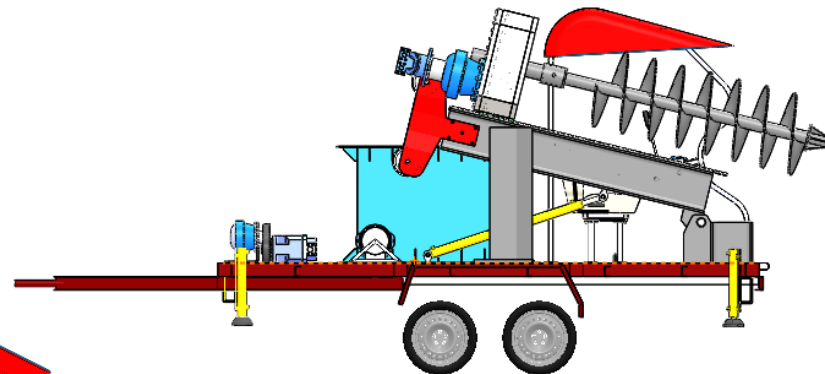


MODELAGEM CAD

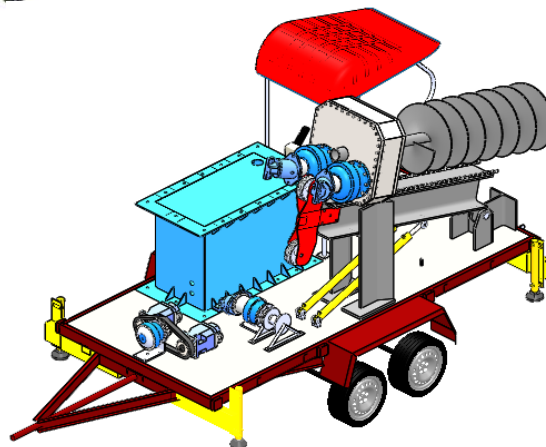
- Equipamento em posição de transporte:



Fonte: Própria Equipe



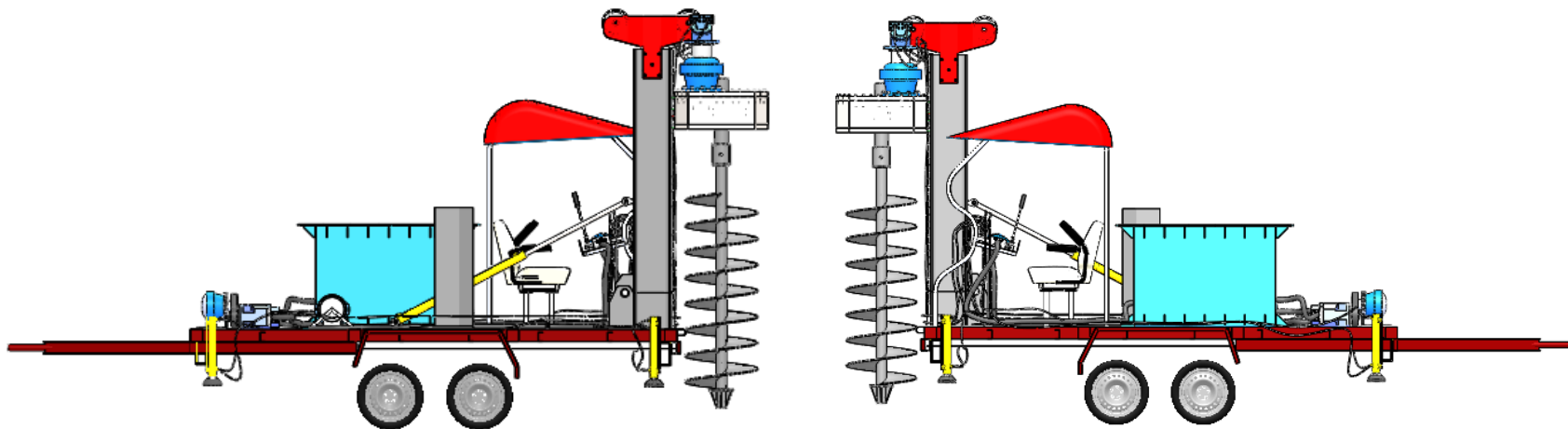
Fonte: Própria Equipe



Fonte: Própria Equipe



MODELAGEM CAD

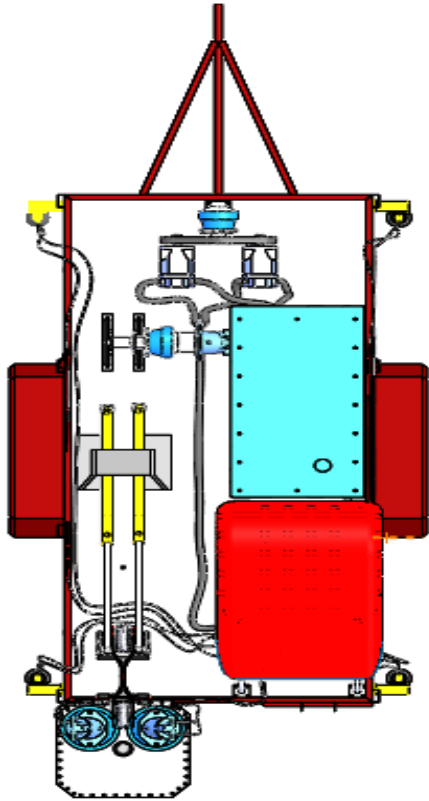


Fonte: Própria Equipe

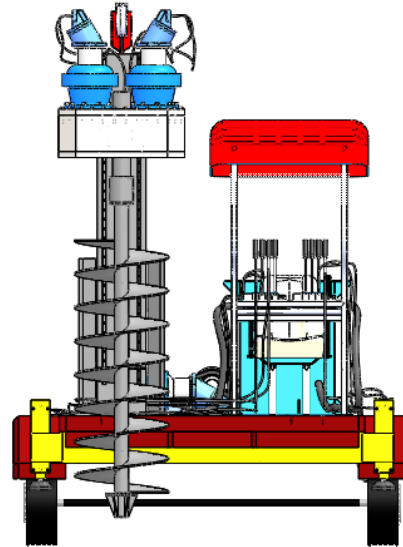
Fonte: Própria Equipe



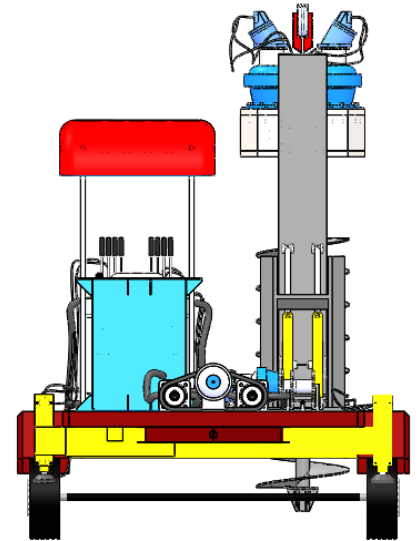
MODELAGEM CAD



Fonte: Própria Equipe



Fonte: Própria Equipe

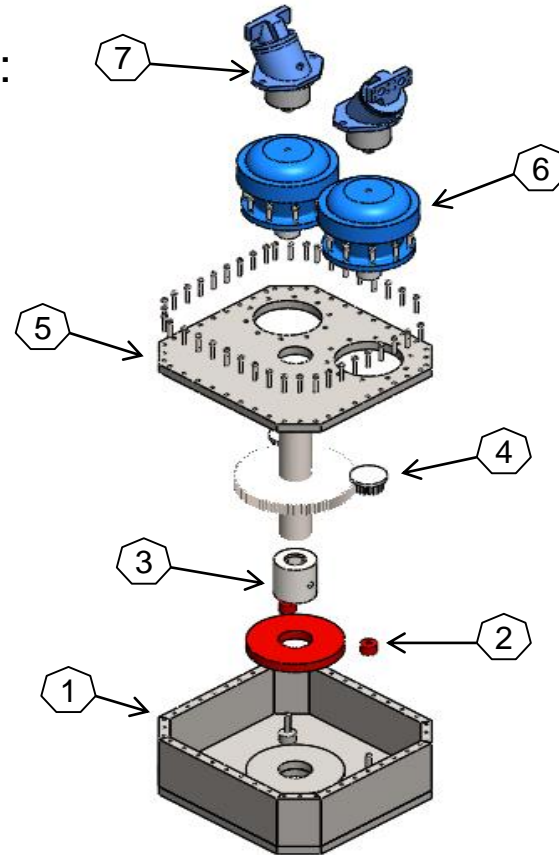


Fonte: Própria Equipe

MODELAGEM CAD

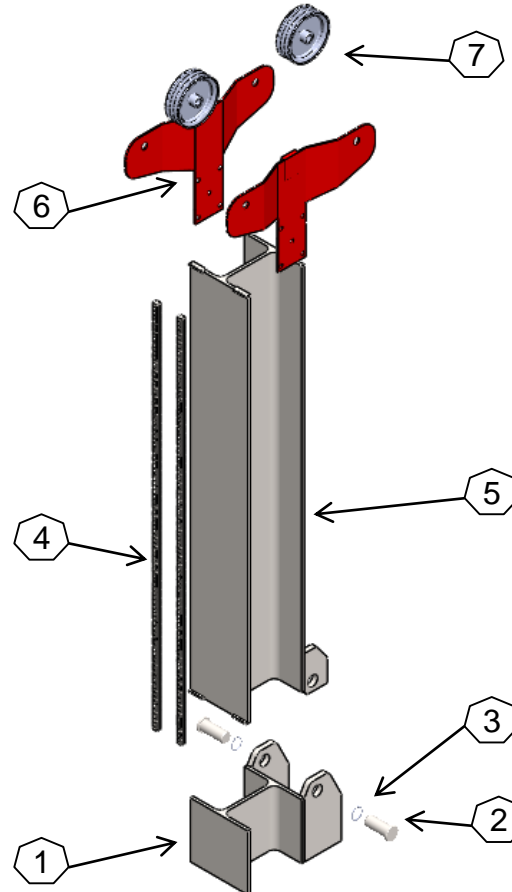
- Mesa rotativa ou caixa redutora:

1	Carcaça inferior do cabeçote
2	Disco de apoio das engrenagens
3	Acoplamento fêmea dos trados
4	Engrenagem e pinhão
5	Tampa do cabeçote
6	Redutores planetários
7	Motores hidráulicos



MODELAGEM CAD

- Coluna ou Torre:



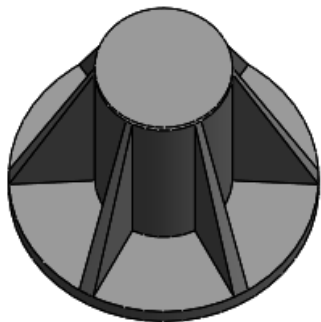
1	Base da torre
2	Pino do elo de ligação
3	Anel de travamento do pino
4	Trilho guia do cabeçote
5	Torre
6	Suporte das polias
7	Polias



MODELAGEM CAD

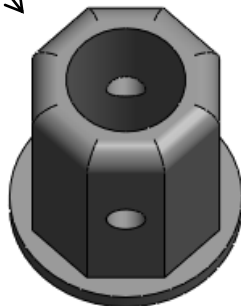
- Ponta do primeiro trado e acoplamentos:

1



Fonte: Própria Equipe

2



Fonte: Própria Equipe

3

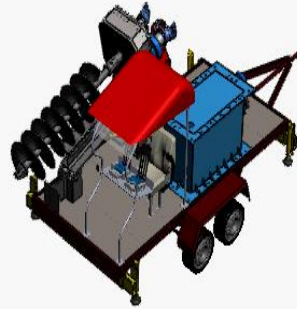


Fonte: Própria Equipe

1	Ponta do trado
2	Acoplamento Macho
3	Acoplamento Fêmea

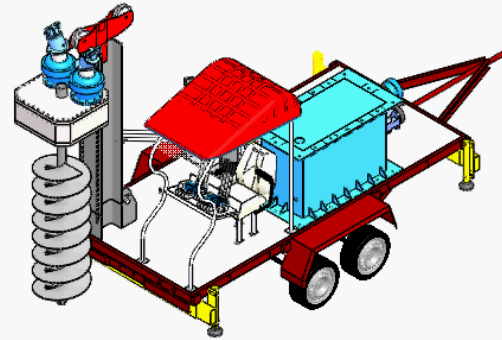


MODELAGEM CAD





MODELAGEM CAD



DETALHADO

DESCRIÇÃO	UNID.	Hélice Contínua
Motor	-	Trator convencional
Potência mínima na TDP	kW	96,9
	Hp	130
Regime de rotação	Rpm	1800
Pressão máxima de trabalho	Mpa	40
Torque máximo na mesa rotativa	kNm	80



DETALHADO

DESCRIÇÃO	UNID.	Hélice Contínua
Força máxima de extração do trado	kN	83
Diâmetro máximo de perfuração	mm	600
Profundidade máxima de perfuração	m	12
Vazão da segunda bomba	l/min	185,7
Vazão da bomba principal		
Capacidade do reservatório de óleo hidráulico	L	600

INSTRUÇÃO DE TRABALHO PADRONIZADO - PERFURATRIZ HÉLICE CONTÍNUA

DESCRIÇÃO:

Instrução de trabalho - Operação do comando de acionamento hidráulico

Data: 24/07/2019

Elaborado por:

Equipe



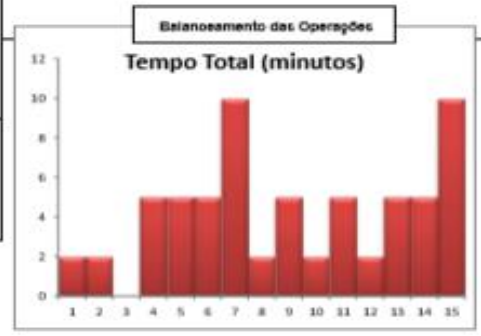
Índice	Seq	Nome da Operação	Minutos	
			Operação	Tempo Total (Operação)
+	1	Desligamento da máquina (SEGURANÇA)	1	2
+	2	Conferir solicitação do processo a ser realizado	2	2
+	3	Não ingerir bebidas alcoólicas durante o horário de serviço	3	0
+	4	Utilizar EPIs obrigatórios para execução das atividades	4	5
+	5	Sinalizar o local de trabalho para evitar acidentes	5	5
⊘	6	Acionar unidade da tomada de força e garantir energização do sistema	6	5
⊙	7	Acionar as válvulas hidráulicas (3, 4, 5 e 6) para patolamento	7	10
⊘	8	Certificar-se de que a máquina está devidamente balanceada em função do desnível do solo	8	2
⊘	9	Acionar válvula (2) para erguer a torre através dos cilindros hidráulicos	9	5
⊘	10	Certificar-se da posição angular correta da torre em função do furo a ser realizado	10	2
⊘	11	Utilizar válvula (7) para erguer o cabeçote rotativo	11	5
⊘	12	Certificar-se posição adequada para colocação do trado	12	2
⊙	13	Colocar trado rosqueado no cabeçote	13	5
⊙	14	Certificar-se de todos os procedimentos de segurança para início da perfuração	14	5
⊙	15	Acionar válvula (1) para iniciar rotação do cabeçote rotativo.	15	10
Tempo total da Operação			65	
Tempo Previsto para realização da operação			65	

Índice: Recomendações de segurança + Processo Crítico (C) Processo (⊘)

COMANDO DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO



EPIs OBRIGATÓRIOS



Histórico de Revisão		
Mês / Ano	Quem?	O que mudou?













DETALHADO

- Instrução de trabalho:

SÍMBOLO	ORDEM	Nome da Operação	Minutos	
			Operação	Tempo Total (minutos)
+	1	Desligamento da máquina (SEGURANÇA)	1	2
+	2	Conferir solicitação do processo à ser realizado	2	2
+	3	Não ingerir bebidas alcoólicas durante o horário de serviço	3	0
+	4	Utilizar EPI's obrigatórios para execução das atividades	4	5
+	5	Sinalizar o local de trabalho para evitar acidentes	5	5

DETALHADO

- Instrução de trabalho:

	6	Acionar unidade da tomada de força e garantir energização do sistema	6	5
	7	Acionar as válvulas hidráulicas (3, 4, 5 e 6) para patolamento	7	10
	8	Certificar-se de que a máquina está devidamente balanceada em função do desnível do solo	8	2
	9	Acionar válvula (2) para erguer a torre através dos cilindros hidráulicos	9	5
	10	Certificar-se da posição angular correta da torre em função do furo a ser realizado	10	2
	11	Utilizar válvula (7) para erguer o cabeçote rotativo	11	5
	12	Certificar-se posição adequada para colocação do trado	12	2
	13	Colocar trado rosqueado no cabeçote	13	5
	14	Certificar-se de todos os procedimentos de segurança para início da perfuração	14	5
	15	Acionar válvula (1) para iniciar rotação do cabeçote rotativo.	15	10



CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS

- Ao nosso professor orientador Alexandre Diogo por todo o auxílio fornecido durante a execução desse projeto;
- Ao nosso professor Juan Albino por todo suporte durante a análise pelo método de elementos finitos;
- Aos nossos professores Rossana e José Alberto por nos encaminhar e auxiliar na execução do projeto THEOPRAX;
- Ao nosso professor e coordenador de curso Guilherme Souza, por todos conselhos e orientações passadas durante esse período de graduação;



CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS

- Ao nosso colega de faculdade Bruno Rodrigues da 4i Engenharia, pelo fornecimento da licença estudiantil do software SolidWorks 2018;
- A todos os nossos familiares e amigos por todo apoio fornecido e por entender os sacrifícios que foram feitos para a concretização do nosso de desejo de conseguir o grau de Bacharel em Engenharia mecânica;



REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, J.A. (2002). Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega - Aspectos executivos. Dissertação de mestrado em engenharia. São Paulo - SP. Escola politécnica da Universidade de São Paulo;

BARRETO, W, GILMAR, DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO PARA EXECUÇÃO DE ESTACA DE HÉLICE SEGMENTADA, SÃO CARLOS, 2005;

BetoMaq industrial. Equipamentos e ferramentas para construção civil. Disponível em: <<http://betomaq.com.br/produtos-lista/todos/bombas/>>. Acesso em: 02 fev. 2019;

Concreto bombeado: quais cuidados tomar em uma construção. Disponível em: <<https://cimentomaua.com.br/blog/concreto-bombeado-quais-cuidados-tomar-em-uma-construcao/>>. Acesso em: 12 jun. 2019;



REFERÊNCIAS



HACHICH, Waldemar et al (Ed.). Fundações: Teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998;

HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA METODOLOGIA EXECUTIVA R.T. Eng. Geotécnico Prof. Edgar Pereira Filho AP&L Geotécnica e fundações;

MUCHETI, S. ALEXSANDER (2008) Estacas Hélice Segmentada: Execução, Verificação de Integridade e Estudo do Comportamento. Dissertação de Mestrado em Engenharia. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

NUERNBERG, F. MARCOS (2014) Estacas do tipo Hélice contínua monitorada (EHC), Dimensionamento através de Métodos semiempíricos, TTC Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina;



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9061 - Segurança de escavação a céu aberto – Procedimento –. Rio de Janeiro. 1985;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12131/2006 - Estacas - Prova de carga estática - Método de ensaio – Procedimento –. Rio de Janeiro. 2006;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento –. Rio de Janeiro. 2004;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13208 - Estacas - Ensaio de carregamento dinâmico - Método de ensaio – Procedimento –. Rio de Janeiro. 2007;



REFERÊNCIAS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NR-12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS – Procedimento –. Rio de Janeiro. 1985;

ALMEIDA NETO, J.A. (2002). Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega - Aspectos executivos. Dissertação de mestrado em engenharia. São Paulo - SP. Escola politécnica da Universidade de São Paulo;

Loja do mecânico - Talha Manual 5 Metros x 2 Toneladas. Disponível em: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/96511/31/286/talha-manual-5-metros-x-2-toneladas---sc-20-koch-4772>>. Acesso em: 16 nov. 2018;



REFERÊNCIAS

MANGUEIRAS HIDRÁULICAS CAMPINAS. Disponível em:
<<http://www.megafluxo.com.br/mangueiras-hidraulicas-campinas>>. Acesso em: 22 jun. 2019;

Perfuratriz Hidráulica 3000-100EH. Disponível em:
<<http://conexindustria.com.br/perfuratriz-hidraulica-3000-100eh>> . Acesso em: 15 jun. 2019;

Perfuratrizes P&H 77XR. Disponível em: <<https://mining.komatsu/pt/product-details/p-h-77xr>>. Acesso em: 10 jun. 2019;

REBOQUE MAQUINAS PESADAS. Disponível em:
<<https://www.reboquesbandeirantes.com/reboque-jfmp>>. Acesso em: 04 jul. 2019;



REFERÊNCIAS

Secador de respiro BDE. Disponível em: https://www.hydac.com.br/wp-content/uploads/p7407-1-0-11-14_bde-katalogversion.pdf >. Acesso em: 10 jul. 2019;

BORGES, M. SARA (2015) ESTUDO DA ESTACA HÉLICE CONTÍNUA MONITORADA NO DISTRITO FEDERAL, Monitorada no Distrito Federal, Curso de Engenharia Civil – UCB Brasília;

SILVA, M. JACKSON (2018) Boas Práticas para Execução da Técnica de Fundações em Estacas tipo Hélice Contínua. Dissertação de Mestrado apresentado ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo;

VELLOSO, D. A; LOPES, F. R. (1996) Concepção de Obras e Fundações. In: Fundações: Teoria e Prática. São Paulo.