

PRODUTO 2: Projeto técnico para implantação da unidade demonstrativa em produção sustentável de carvão vegetal

Relatório referente a Ação 2 vinculada ao Edital JOF-1069/2019; Incentivo à produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas, com melhoria das tecnologias de produção e execução de programas de capacitação.

Equipe Técnica:

Marina Donária Chaves Arantes/UFSJ
Ana Flávia Neves Mendes Castro/UFSJ
Glauciana da Mata Ataíde/UFSJ
Renato da Silva Vieira/UFSJ
Renato Vinícius Oliveira Castro/UFSJ
Silvana Maria Novais Ferreira Ribeiro/INAES
Isabella Carolina de Almeida/UFSJ/Estagiária
Lívia Ferreira da Silva/UFSJ/Estagiária
Reginaldo Arthur Gloria Marcelino/UFSJ/Estagiário

**Sete Lagoas, MG
2019**

SUMÁRIO

1. Apresentação do relatório referente ao produto 2	3
2. Previsão de adaptação do local para instalação da unidade demonstrativa de produção de carvão vegetal (Parte I).	5
2. Adaptação/especificações e detalhamento da planta do sistema forno-fornalha, com memorial descritivo da construção.	10
3. Adequações das plantas do galpão de apoio, com memorial descritivo da construção.	14
4. Previsão de material de consumo.	16
5. Plantas da Unidade Demonstrativa de Carvão Vegetal.....	17

1. Apresentação do relatório referente ao produto 2.

De acordo com a proposta técnica submetida ao edital JOF-1069/2019; Incentivo à produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas, com melhoria das tecnologias de produção e execução de programas de capacitação, para que este projeto seja realizado de forma adequada e atenda a todas as suas especificidades, a metodologia para o desenvolvimento das atividades foram subdivididas em dez etapas, adaptado à mesorregião de execução da presente proposta, as quais possuem suas ações descritas na metodologia da proposta e deverão ser envidas por meio de relatórios de acordo com o novo cronograma de execução, a saber:

Tabela 1. Novo cronograma de execução do edital JOF-1069/2019; Incentivo à produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas, com melhoria das tecnologias de produção e execução de programas de capacitação.

Produto	Prazo de Entrega (após a assinatura do Contrato)	Montante a ser pago (em % do total do Contrato)
Produto 1	7 dias	2,5%
Produto 2	21 dias	10%
Produto 3	31 dias	5%
Produto 4	52 dias	25%
Produto 5	52 dias	25%
Produto 6	127 dias	7,5%
Produto 7	127 dias	7,5%
Produto 8	187 dias	5%
Produto 9	197 dias	2,5%
Produto 10	207 dias	10%
TOTAL	210 dias	100%

Desta forma está previsto no metodologia da proposta como Produto 2, a ação referente à Ação 2: Projeto técnico para implantação da unidade demonstrativa em produção sustentável de carvão vegetal, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Ação 2 referente ao Projeto técnico para implantação da unidade demonstrativa em produção sustentável de carvão vegetal.

O quê	Quem	Quando	Porquê	Onde	Como
Previsão de adaptação do local para instalação da unidade demonstrativa de produção de carvão vegetal (Parte I).	Equipe do projeto.	Até 21 dias após assinatura do contrato.	Subsídio para implantação do sistema forno-fornalha.	UFSJ campus Sete Lagoas	Contratação de empresa para tal atividade.
Adaptação/especificações e detalhamento da planta do sistema forno-fornalha, com memorial descritivo da construção.	Equipe do projeto.	Até 21 dias após assinatura do contrato.	Subsídio para implantação do sistema forno-fornalha.	UFSJ campus Sete Lagoas	Documentos e plantas fornecidos pelo Projeto Siderurgia Sustentável.
Adequações das plantas do galpão de apoio, com memorial descritivo da construção.	Equipe do projeto.	Até 21 dias após assinatura do contrato.	Será utilizado para apoio as atividades do sistema forno-fornalha, realização das análises laboratoriais.	UFSJ campus Sete Lagoas	Documentos e plantas fornecidos pelo Projeto Siderurgia Sustentável e realização de adaptações.
Previsão de material de consumo.	Equipe do projeto.	Até 21 dias após assinatura do contrato.	Apoio as pesquisas que serão realizadas.	Região de Sete Lagoas	Levantamento dos itens de consumo para o andamento das atividades.
Envio do relatório relativo à ação 2 ao Projeto Siderurgia Sustentável.	Equipe do projeto	Até 21 dias após assinatura do contrato.	Facilitar a execução e o monitoramento das atividades desenvolvidas.	Região de Sete Lagoas	E-mail.

2. Previsão de adaptação do local para instalação da unidade demonstrativa de produção de carvão vegetal (Parte I).

Foi destinada uma área de 500 m² para implantação do sistema forno-fornalha e galpão de apoio, entre o galpão de máquinas e o viveiro florestal, na área do Campus de Sete Lagoas da Universidade Federal de São João del-Rei/UFSJ, a qual está passando por nivelamento do solo e adequações necessárias para o recebimento das construções. Esta operação está sendo realizada por meio de parceria entre a UFSJ e a Prefeitura de Sete Lagoas, o recurso destinado a esta etapa será utilizado para auxiliar na ampliação da rede elétrica até a Unidade Demonstrativa e outras demandas relativas as obras. As imagens do local podem ser visualizadas a seguir.



Figura 1. Local para instalação da Unidade Demonstrativa de produção de Carvão Vegetal e Galpão de apoio.



Figura 2. Local para instalação da Unidade Demonstrativa de produção de Carvão Vegetal e Galpão de apoio, e ao fundo o galpão de máquinas do Departamento de Ciências Agrárias/DCIAG.



Figura 3. Local para instalação da Unidade Demonstrativa de produção de Carvão Vegetal e Galpão de apoio, em processo de nivelamento do terreno.



Figura 4. Local para instalação da Unidade Demonstrativa de produção de Carvão Vegetal e Galpão de apoio, em processo de nivelamento do terreno.



Figura 5. Local para instalação da Unidade Demonstrativa de produção de Carvão Vegetal e Galpão de apoio, em processo de nivelamento do terreno.



Figura 6. Visita da representante do INAES e parceiros da EMATER e SENAR na área onde será construída a Unidade Demonstrativa de Produção de Carvão Sustentável, em 29/11/2019.



Figura 7. Visita da representante do INAES e parceiros da EMATER e SENAR na área onde será construída a Unidade Demonstrativa de Produção de Carvão Sustentável, em 29/11/2019.



Figura 8. Área pronta para construção da Unidade Demonstrativa de Produção de Carvão Sustentável.



Figura 9. Área pronta para construção da Unidade Demonstrativa de Produção de Carvão Sustentável.

2. Adaptação/especificações e detalhamento da planta do sistema forno-fornalha, com memorial descritivo da construção.

Serão fornecidos ao executor do projeto a planta baixa do sistema fornos-fornalha, conforme Plantas baixas do sistema fornos-fornalha (anexo) e Memorial descritivo do sistema fornos-fornalha(anexo), disponibilizados como documentos anexos ao edital JOF-1069/2019 e localização do terreno para implantação do Sistema.

Serviços iniciais: O local destinado para construção do sistema fornos-fornalha deve ser uma área plana, devendo-se antes de iniciar a construção, realizar o nivelamento do solo. Posteriormente, realizar-se-á a marcação de toda a área a ser destinada para a construção do sistema fornos-fornalha, além da área destinada ao estoque de madeira e carvão vegetal. Para que enxurradas não atinjam os fornos, recomenda-se que sejam realizadas canaletas ao redor da unidade de produção de carvão vegetal. O terreno deve ser bem aplainado, compactado, encascalhado ou possuir inclinação para escoamento da água das chuvas.

Descrição geral do sistema fornos-fornalha: O sistema fornos-fornalha a ser construído consiste em quatro fornos circulares de superfície com diâmetro de 3 m, interligados a uma fornalha central para queima dos gases da carbonização, sendo todo o sistema construído com tijolos maciços (barro queimado). Optou-se por esse tipo de forno, devido seu baixo custo, facilidade de construção e operação, além de ser difundido entre os produtores de carvão vegetal. Esse conjunto de quatro fornos acoplados a fornalha pode ser replicado de acordo com a demanda de produção, seguindo-se um layout adequado, ou seja, deve-se respeitar uma distância mínima entre os conjuntos, de modo que seja possível o acesso do operador de fornos às fornalhas.

Materiais Necessários para construção dos fornos e dutos: Na Tabela 3 estão a relação dos materiais necessários para a construção dos fornos.

Tabela 3. Materiais necessários para construção dos fornos e dutos.

MATERIAIS	QUANTIDADE E DIMENSSÕES	FINALIDADE
Tijolo maciço de barro queimado (5 x 10 x 20 cm)	12.000 tijolos	Construção dos fornos e dutos
Gabarito da parede do forno	1 barra de ferro 3/8 de 2 m de comprimento Construção da base do forno Gabarito para porta forno 2 tabuas de 1,5 m de comprimento e 20 cm de largura; 1 Tabua de 70 cm de comprimento e 20 cm de largura; 1 tabua de 90 cm de comprimento e 20 cm de largura	Marcação da porta do forno
Gabarito forno copa	1 tabua de 2,3 m de comprimento, 5 cm de largura e 2 cm de espessura	Construção da copa do forno
Cinta metálica	4 chapas de 1" de largura; 3 mm de espessura e 10 m de comprimento	Evitar a expansão dos fornos
Barra de ferro rosqueada (3/8" de diâmetro)	4 barras de ferro rosqueada 3/8 de 40 cm de comprimento e 8 porcas	Travamento da cinta dos fornos
Cantoneira ou barra de ferro tipo U	4 cantoneiras de 1 m de comprimento 12 cm de largura e 5 cm de altura	Suporte da cúpula do forno sobre o vão da porta
Chapa metálica	4 chapas de 40 cm de comprimento por 20 cm de largura	Suporte da saída de gases do forno para o duto
Chapa metálica	4 chapas 35 cm largura por 50 cm de comprimento	Fechamento do forno
Chapa metálica	4 chapas 65 cm largura por 50 cm de comprimento; e 1 chapa 29 cm largura por 37 cm de comprimento	Controle da vazão de saída de gases dos fornos
Cantoneira	4 de 30 cm de largura por 50 cm de comprimento	Fechamento do forno
Solo argiloso e água	20 m ³ de solo argiloso	Confecção da argamassa para assentamento dos tijolos e barrelamento
Cilindros metálicos	32 (16 com tampa) de 25 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro interno e 1 mm de espessura	Comunicação entre a parte interna do forno para medição de temperatura
Cilindros metálicos	4 (1 por duto) de 25 cm de comprimento, 5 cm de diâmetro interno e	Medição de temperatura da saída dos gases da carbonização

Construção dos fornos: Para a marcação da base, levantamento das paredes e da cúpula dos fornos será utilizado um gabarito (cintel) de madeira ou outro material. Para a confecção do cintel serão necessárias duas hastes, uma será a haste central (altura de 2 m) e outra demarcará o raio do forno, haste lateral (comprimento: 1,5 m). Após a confecção do cintel, inicia-se a marcação e a construção dos fornos de acordo com a sequência de: a) Acompanhando a marcação de tijolos realizada sob o solo, realiza-se a construção da base das paredes do forno com o assentamento de uma fileira de tijolos com argamassa. b) Sobre a base deve ser construída a parede em camadas simples de tijolo de barro (10 cm), porém próximo à porta, a parede é construída em camada dupla (20 cm). c) Na parte inferior do forno são deixadas seis aberturas (“tatus”), sendo três de cada lado do forno de 12 por 12 cm, para entrada de ar e controle da carbonização. d) A porta do forno consiste em uma abertura de formato trapezoidal: com base maior de 90 cm, base menor de 80 cm e altura de 150 cm. Pode ser feito também um gabarito de madeira nestas dimensões para facilitar a construção. e) Na direção oposta da porta, uma abertura de 30 x 30 cm é deixada para a saída dos gases gerados durante a carbonização. f) Finalizada a construção das paredes do forno, cobre-se a abertura da porta com uma cantoneira metálica em forma de “U” para auxiliar no suporte da cúpula. g) Inicia-se a construção da cúpula do forno, sendo os tijolos da parede e da cúpula colocados com as juntas desencontradas. Após a deposição das primeiras camadas de tijolos da cúpula, instala-se, externamente ao forno, a cinta metálica unida por roscas e porcas. A cinta é instalada para dar reforço ao forno. h) Externamente ao forno, na saída de gases para o duto será instalada uma cantoneira de 30 x 50 cm para encaixe de uma guilhotina feita de chapa de ferro com 35 x 50 cm e 3 mm de espessura para vedação do forno durante o resfriamento. Será feito também uma chapa de 65 x 50 cm e 3 mm de espessura e conectado ao seu centro com auxílio de uma barra de ferro 3/8 uma outra chapa de 30 x 37 disposta na vertical, cuja função é o controle da vazão de saída dos gases através da sua movimentação durante a carbonização. i) Após o término da construção do forno, deve ser realizado o “barrelamento”, ou seja, aplicar uma mistura de água e solo argiloso sobre o forno, numa textura bem fina para que a mesma permaneça aderida ao forno depois de seca, este barrelamento ocorrerá desta forma em apenas um forno, em dois fornos será utilizada a argamassa utilizada nos fornos da UFV, e no quarto forno será utilizado reboco de projeção.

Construção da fornalha: A fornalha será desenvolvida com objetivo de atender os pequenos produtores de carvão vegetal, logo, será projetada de modo que permita fácil construção, utilizando materiais de fácil acesso e baratos, podendo ser acoplada em fornos “rabo-quente”, fornos de superfície e de “encosta”, desde que tenham um único ponto de tiragem dos gases. Além disso, a mesma é de fácil operação e manutenção e possui baixo consumo de material combustível. A fornalha será construída em alvenaria, sendo composta de um sistema de alimentação dos gases (interligado aos fornos por meio de dutos), câmara de combustão, sistema de admissão de ar primário e chaminé. Na Tabela 4 está a relação dos materiais necessários para a construção da fornalha.

Tabela 4. Materiais necessários para construção da Fornalha.

MATERIAIS	QUANTIDADE E DIMENSÕES	FINALIDADE
Tijolo maciço de barro queimado (5 x 10 x 20 cm)	1350 tijolos	Construção da base da fornalha; câmara de combustão e chaminé
Gabarito de madeira	Dimensão de 32,5 cm de raio e uma haste de ferro de 1 m de comprimento para suporte do gabarito	Construção da base da fornalha
Solo argiloso e água	4 m ³	Confecção da argamassa para assentamento dos tijolos
Cinta metálica	3 chapas de 1" de largura; 3 mm de espessura e 3,30 m de comprimento	Evitar a expansão da fornalha
Barra de ferro rosqueada (3/8" de diâmetro)	3 barras de ferro rosqueada 3/8 de 60 cm de comprimento e 12 porcas	Travamento das cintas da fornalha
Porta metálica para a fornalha	chapa de 40 cm de comprimento e 30 de largura	Abastecimento do combustível auxiliar
Cantoneira	1 de 30 cm de largura por 40 cm de comprimento	Fechamento da porta da fornalha
Manta cerâmica	densidade de 160 kg/m ³ , comprimento de 3,81 m, espessura de 5 cm e 0,61 m de largura (total de 4 caixas).	Isolamento térmico da fornalha.

Construção fornalha: Após a confecção do gabarito, inicia-se a marcação e a construção dos fornos da fornalha de acordo com a sequência: a) A construção da fornalha de formato circular, com diâmetro interno de 75 cm (dimensão do cintel é de 37,5 cm de raio), inicia-se com a marcação da base e a partir desta, realiza-se a construção das paredes com camadas duplas de tijolos (20 cm) até a altura total (1m). b) A câmara de combustão apresenta duas aberturas, sendo uma ao nível do solo para admissão de ar e cinzeiro e a outra para alimentação de combustível auxiliar (resíduos), sendo esta última localizado a 5 cm do solo. As dimensões tanto da entrada de ar auxiliar quanto da alimentação da câmara de combustão por resíduos são respectivamente, 15 por 15 cm e 40 por 30 cm. c) O estrangulamento da câmara de combustão exerce uma importante função no processo de queima dos gases, pois ela faz com que os mesmos sejam mantidos na câmara de combustão pelo tempo necessário para sua combustão, tornando a fornalha mais eficiente. d) A chaminé foi construída em formato circular sobre a câmara de combustão e no mesmo sentido ao fluxo dos gases. O diâmetro interno da chaminé com a manta de fibra cerâmica é de 55 cm e sua altura total é de 4 m. Como há uma grande variação das dimensões dos fornos, aconselha-se realizar testes com a altura da chaminé, que por sua vez é diretamente proporcional ao potencial de tiragem dos gases.

3. Adequações das plantas do galpão de apoio, com memorial descritivo da construção.

A construção do galpão terá como objetivo apoio operacional à unidade demonstrativa para produção carvão vegetal sustentável, no âmbito do Projeto Siderurgia Sustentável, conforme edital JOF-1069/2019. Será utilizada a planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa construída em Lamim, MG, ou seja, uma replicação (em anexo).

Serviços iniciais: O terreno foi preparado, com a retirada do entulho presente no local, foi nivelado e será compactado a fim da implantação do sistema forno-fornalha e galpão de apoio. Será necessário a ligação hidráulica e elétrica para atendimento das demandas no canteiro de obras.

Fundações: Visando corresponder às características da construção deverá ser confeccionada a fundação do tipo Direta Descontínua, com pilares interligados com viga-baldrame, sendo as escavações manuais e com transporte menor que 30m. Considerando a tensão admissível do solo a um metro de profundidade igual a 2,04 kgf/cm², solo pedregoso compactado, as cavas para as sapatas terão seção 0,62 x 0,62m e 1m de profundidade, posicionadas e interligadas com cavas para viga-baldrame, conforme planta 19. A fundação deverá ter fundo consolidado com pedras socadas e alicerces em concreto ciclópico com traço 1:2,5:2 (cimento, areia e brita) + 30% de pedra de mão.

Alvenaria: As paredes externas a construção terão espessura de 20 cm e internas de 15 cm, sendo constituídas por blocos de concreto de M-15 (140 x 190 x 390) e M-10 (90 x 190 x 390), respectivamente, de qualidade ABNT, NBR 6136, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:0,5:6. Todos os cômodos terão pé-direito de 2,60m.

Estrutura: Os pilares e vigas-baldrames serão executados em concreto armado ($f_{ck} = 140 \text{ kgf/cm}^2$) e aço CA50, no traço 1:2:3 (cimento, areia, brita) conforme normas da ABNT.

Telhado: A cobertura será com telhas de fibro-cimento, recomenda-se Telha Fibrotex Brasilite (2,44m), o engradamento deverá ser executado em madeira de Argelim araroba, ou mais resistente, sendo realizado tratamento contra apodrecimento e ao ataque de insetos e previamente tratadas com material ignífugo/imunizante.

Piso: O piso terá 8 cm de espessura confeccionado em concreto simples, traço 1:3:5 (cimento, areia e brita), após solo nivelado e devidamente compactado. O revestimento será com cerâmica antiderrapante, PEI 4, 30x30cm e compatibilizada com as juntas do revestimento das paredes.

Revestimento: O revestimento deverá ser executado com chapisco argamassa 1:3, emboço e reboco com argamassa mista 1:2:8 (cimento, cal e areia), com espessura final de 2,5 cm.

Esquadrias: As portas serão de madeiras resistentes ao apodrecimento e ao ataque de insetos e previamente tratadas com material ignífugo/imunizante, deverão ter as dimensões compatíveis com as plantas. As janelas serão de alumínio e vidro; nas janelas e nas portas deverão ser colocadas grades para aumentar a segurança do local.

Pinturas: As pinturas serão executadas nas esquadrias com esmalte sintético, e nas paredes após esmassadas com massa acrílica e utilizará tinta acrílica.

Forro: No banheiro e almoxarifado, o forro deverá ser em resina sintética do tipo PVC, recomendável pela facilidade de aplicação, manutenção, durabilidade e efeito estético.

Instalações hidráulicas e sanitárias: O reservatório de água deverá ter capacidade de 3.000 litros, com tampa. Instalações hidráulico-sanitárias devem ser com tubulação soldável, recomenda-se Tigre Água Fria e Esgoto, diâmetros e conexões estão detalhados nas plantas.

Instalações elétricas: Em conformidade e obedecendo a ND-5.1 Cemig, maio de 2013.

Limpeza: Os pisos e vidros deverão ser limpos e a obra deverá ser inspecionada e entregue ao responsável pela obra.

Deverá ser construído um estaleiro para caixa d'água 3.000 litros em alvenária com concreto armado.

As dimensões e posicionamento das estruturas estão representados nas plantas (em anexo).

4. Previsão de material de consumo.

Levantamento dos itens de consumo para o andamento das atividades iniciais do projeto, conforme Tabela 5, os quais serão cotados os valores e estando dentro do valor estipulado neste planejamento, após recebimento do montante proporcional referente a este produto, serão adquiridos.

Tabela 5. Levantamento dos itens de consumo para o andamento das atividades iniciais do projeto.

Item	Descrição	Quantidade (un)
1	Caixas empilháveis - tipo supermercado	10
2	Carro auxiliar Transporte 03 Bandejas E Rodízios	1
3	Carrinho de mão para transporte de cargas dobrável ou não	1
4	Porta banner retrátil 80X200 CM	1
5	Porta Banner 1,80mt Pedestal Tripé Banner	2
6	Carrinho De Mão Pneu E Câmara 3,25X8	1
7	Estante de aço com 5 prateleiras	12
8	Extensão elétrica 5 m em 4 tomadas	4
9	Facão de aço inox 15 polegadas	2
10	Frascos de plástico para armazenar amostras 500mL	20
11	Garfo forçado metálico grande com cabo de madeira 17 dentes (baia/cocheira)	2
12	Lixeiras de plástico 50L	2
13	Lixeiras de plástico com tampa 20L	2
14	Lonas plástica preta 4x100 m - rolo	4
15	Pá com cabo de madeira para coleta de reíduos	2
16	Pano de chão	10
17	Lápis cópia preto faber castel	20
18	Lima amolador com cabo de madeira	1
19	Porta papel de toalha e rolo de alumínio (suporte em parede)	4
20	Sacos plásticos para silagem 51x100, 200 micras com 100 unidades	5
21	Serrotes de aço para madeira de 18 polegadas	1
22	Kit Mesa Quadrada e quatro cadeiras	2
23	Sacos de ráfias 100L	4
24	Sacos de ráfias 50L	5
25	Rede plástica tipo de frutas capacidade de 2 kg	2
26	Bandejas de metal (estufa) - 30 X 20 X 5 CM	6
27	Jaleco / Avental Brim Leve Manga Curta (M)	6
28	Jaleco / Avental Brim Leve Manga Curta (G)	6
29	Luva de Resistência Térmica Forno M e G	3
30	Luva de vaqueiro (M e G)	10
31	Luva de malha tricotada (M e G)	20
32	Óculos de proteção	12
33	Protetor auricular (espuma)	80
34	Botina bico de aço	6
35	Uniforme - operadores do forno (G)	4
36	Máscara Respiratória Dobrável	40
37	Respirador com filtro	10
38	Capa de chuva (M e G)	10
39	Luvas de silicone para procedimentos G	4
40	Luvas de silicone para procedimentos M	4
41	Kit Gazebo Tenda Azul Praia/Campo Base E Topo 3M X 3M Altura 2,50M Dobrável + 2 Paredes	4
42	Luvas de silicone para procedimentos P	4
43	Termopar (conjunto)	1
44	Bombona plástica de 100 litros	2

5. Plantas da Unidade Demonstrativa de Carvão Vegetal.

Compõe as plantas para a construção desta Unidade Demonstrativa de Produção de Carvão Vegetal, os seguinte documentos em anexo:

- 1) Planta baixa do sistema fornos-fornalha;
- 2) Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

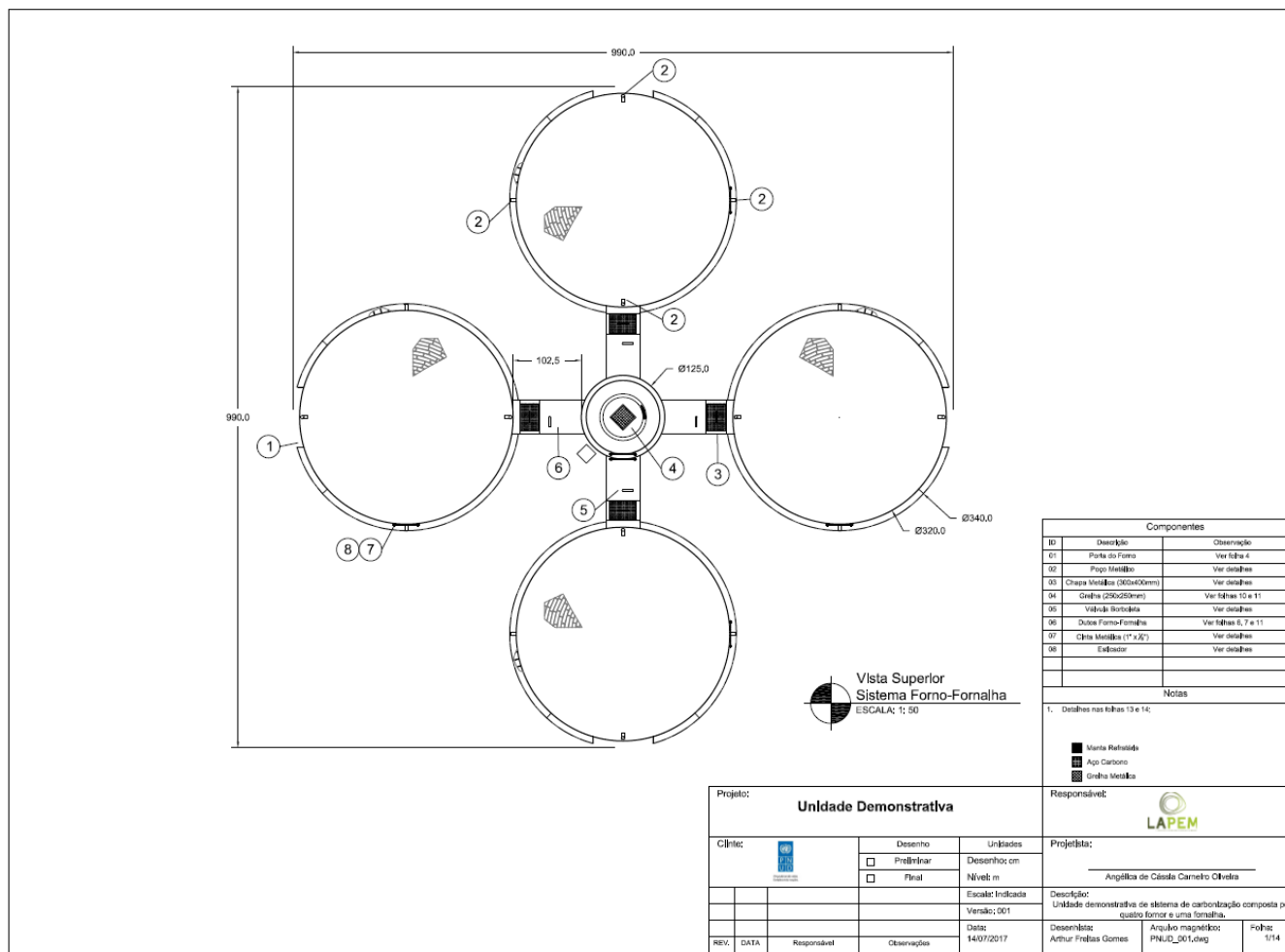


Figura 10. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

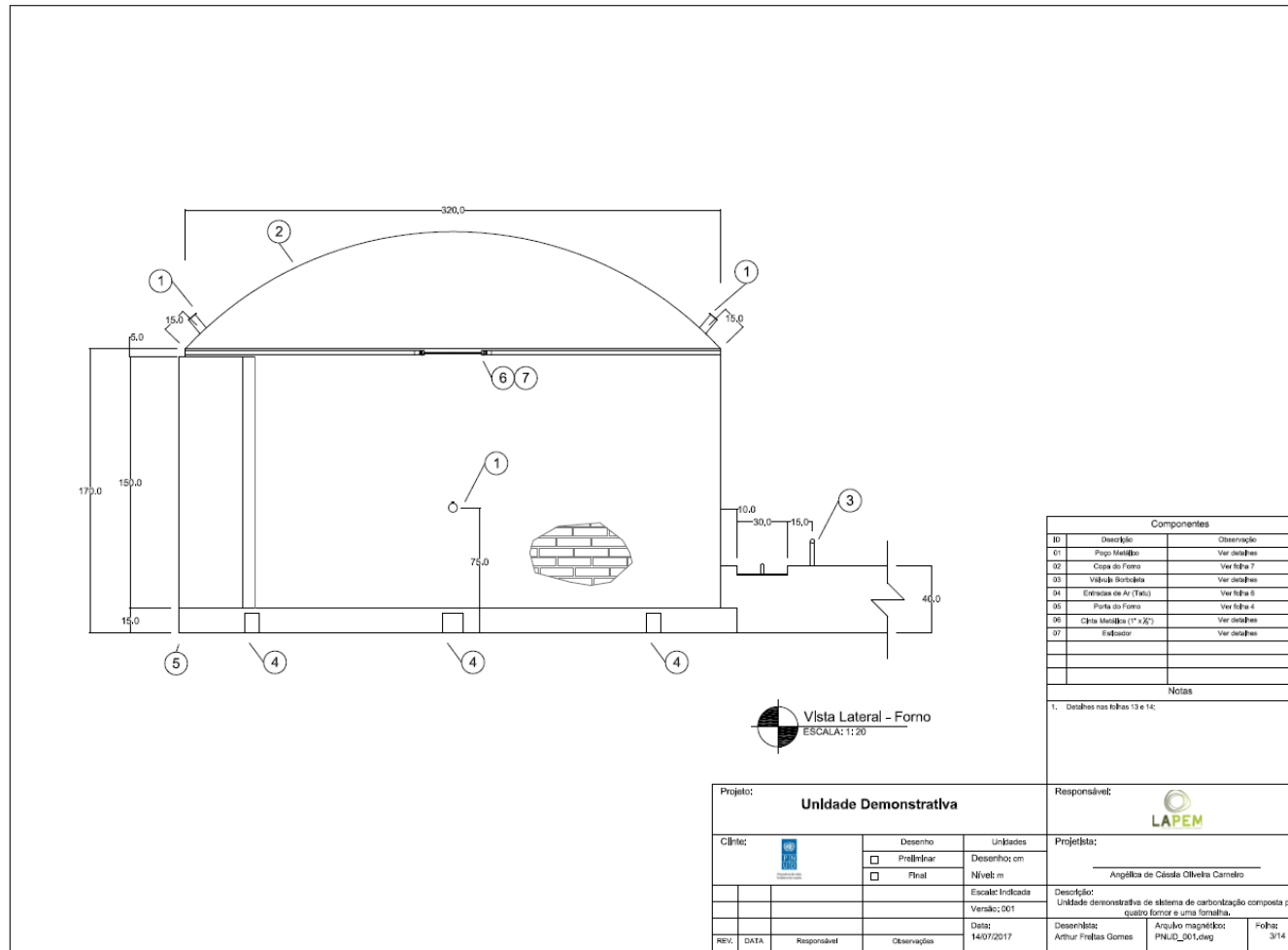


Figura 12. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

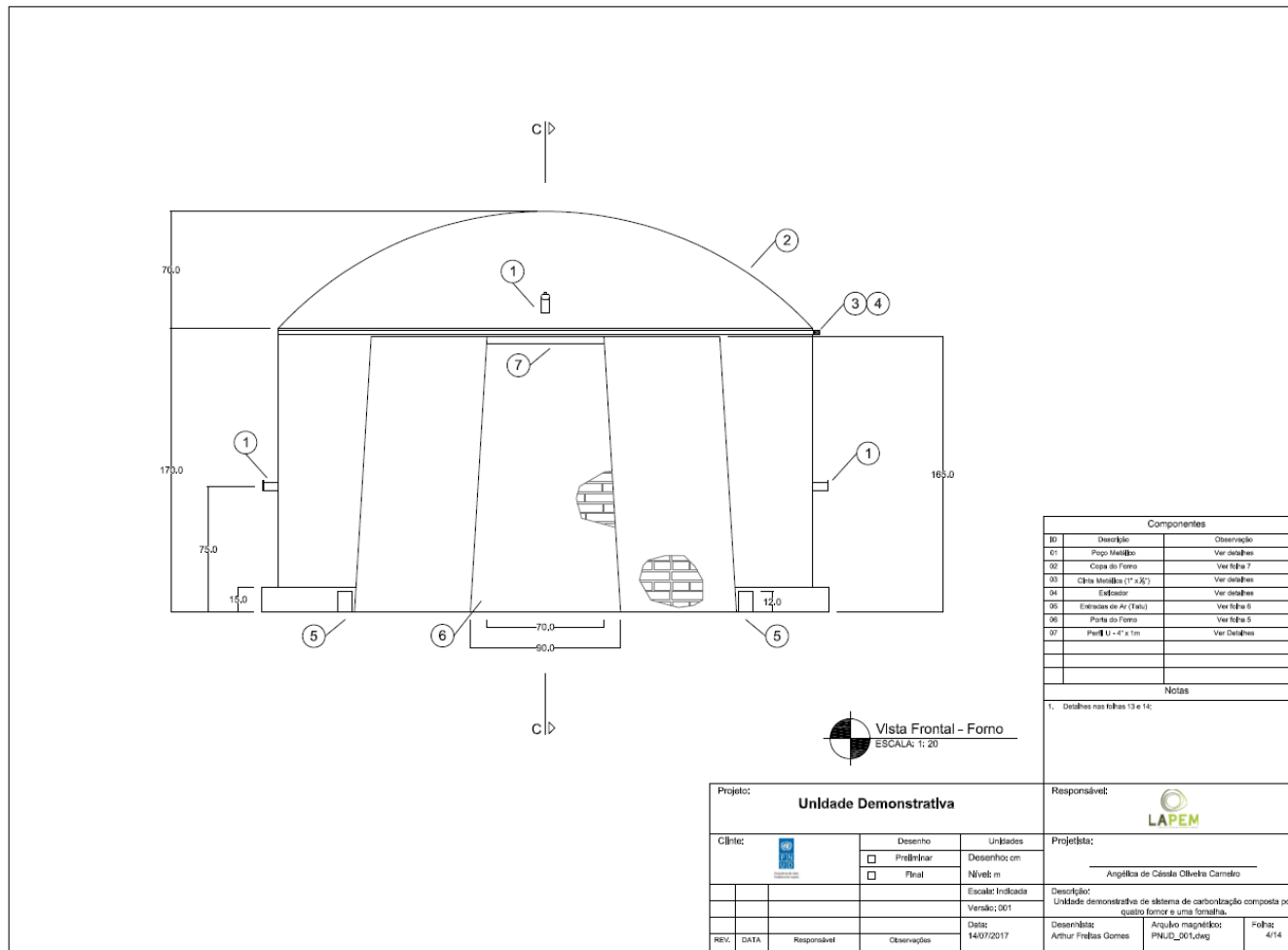


Figura 13. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

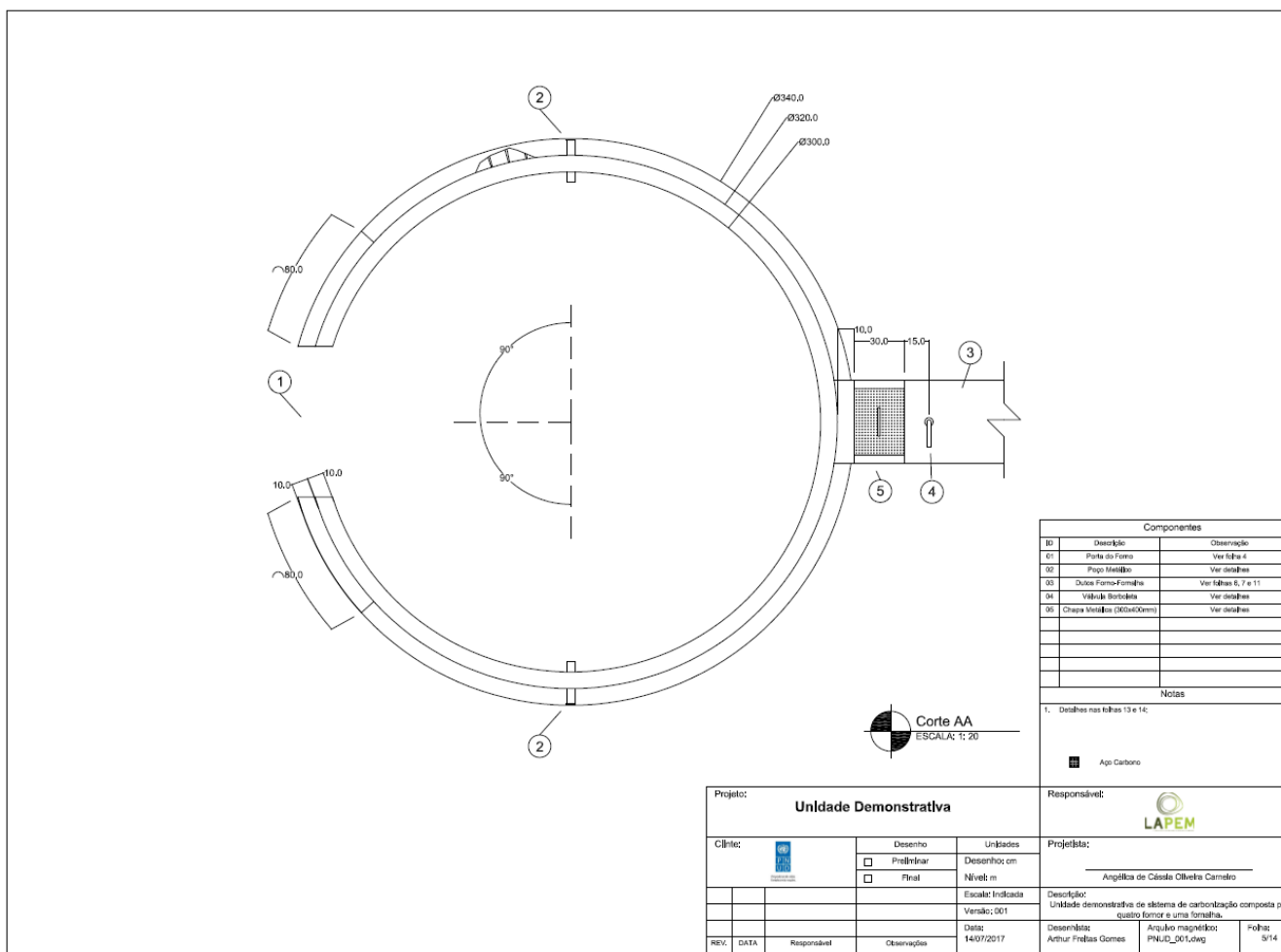


Figura 14. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

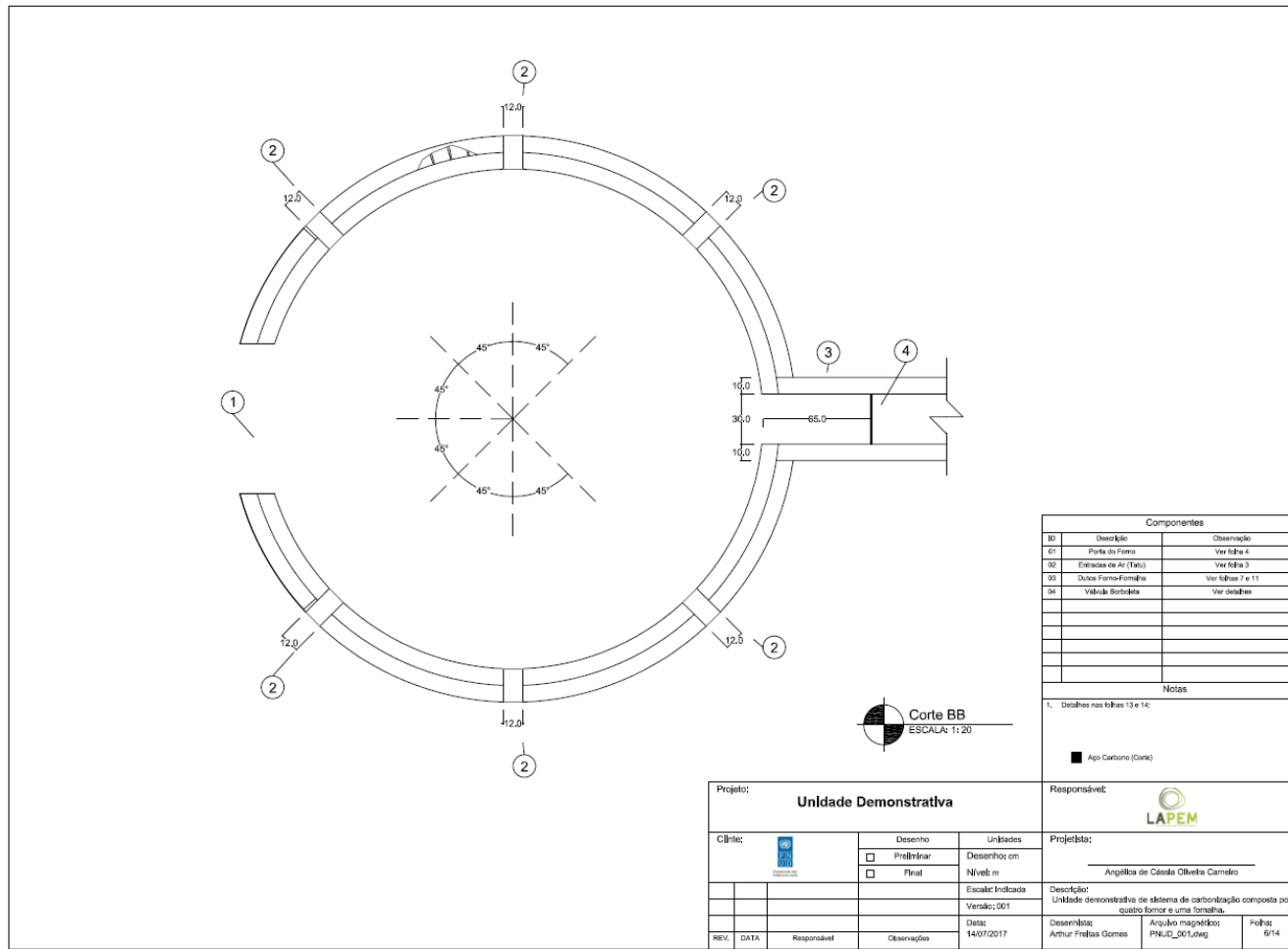


Figura 15. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

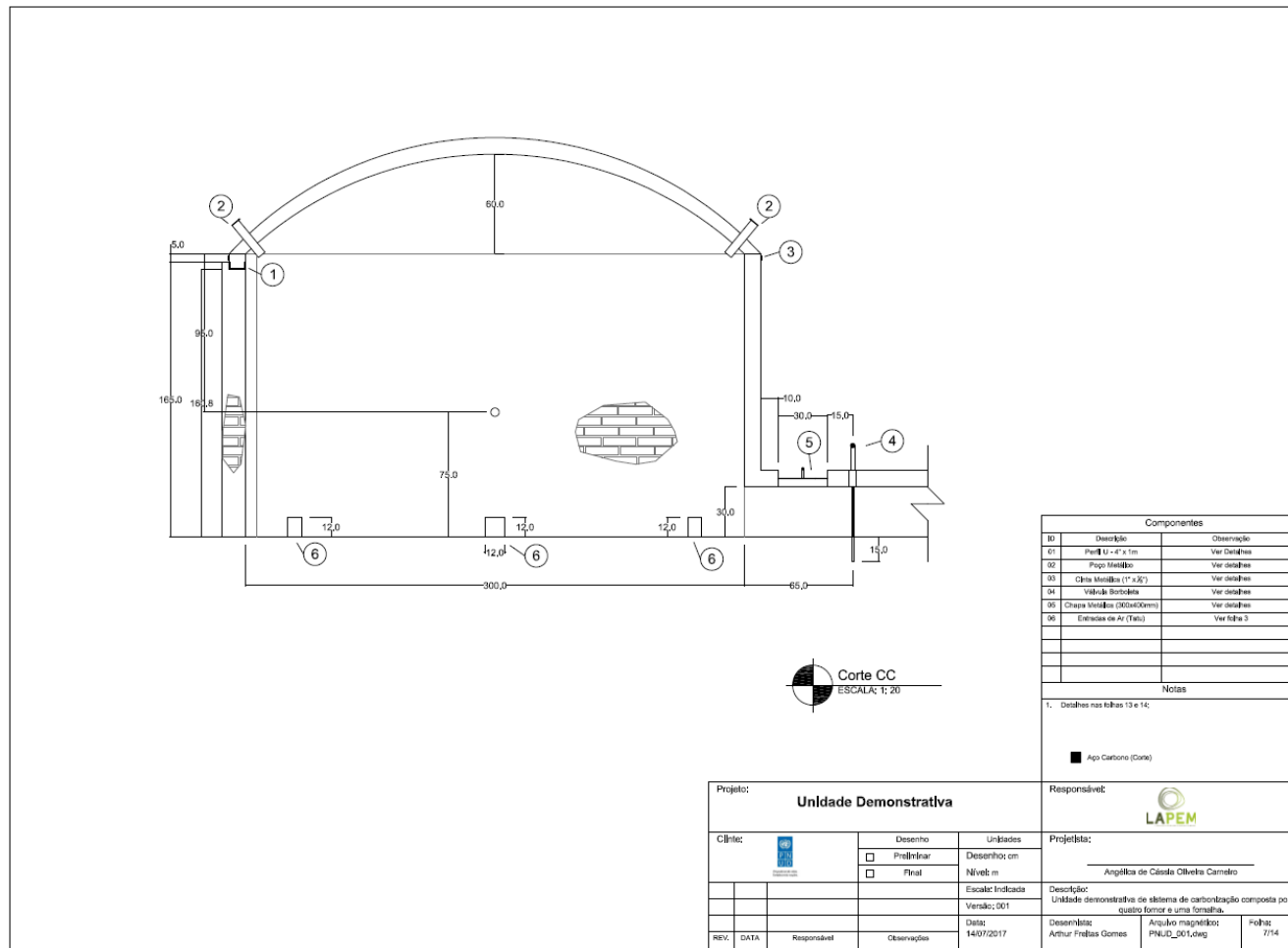


Figura 16. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

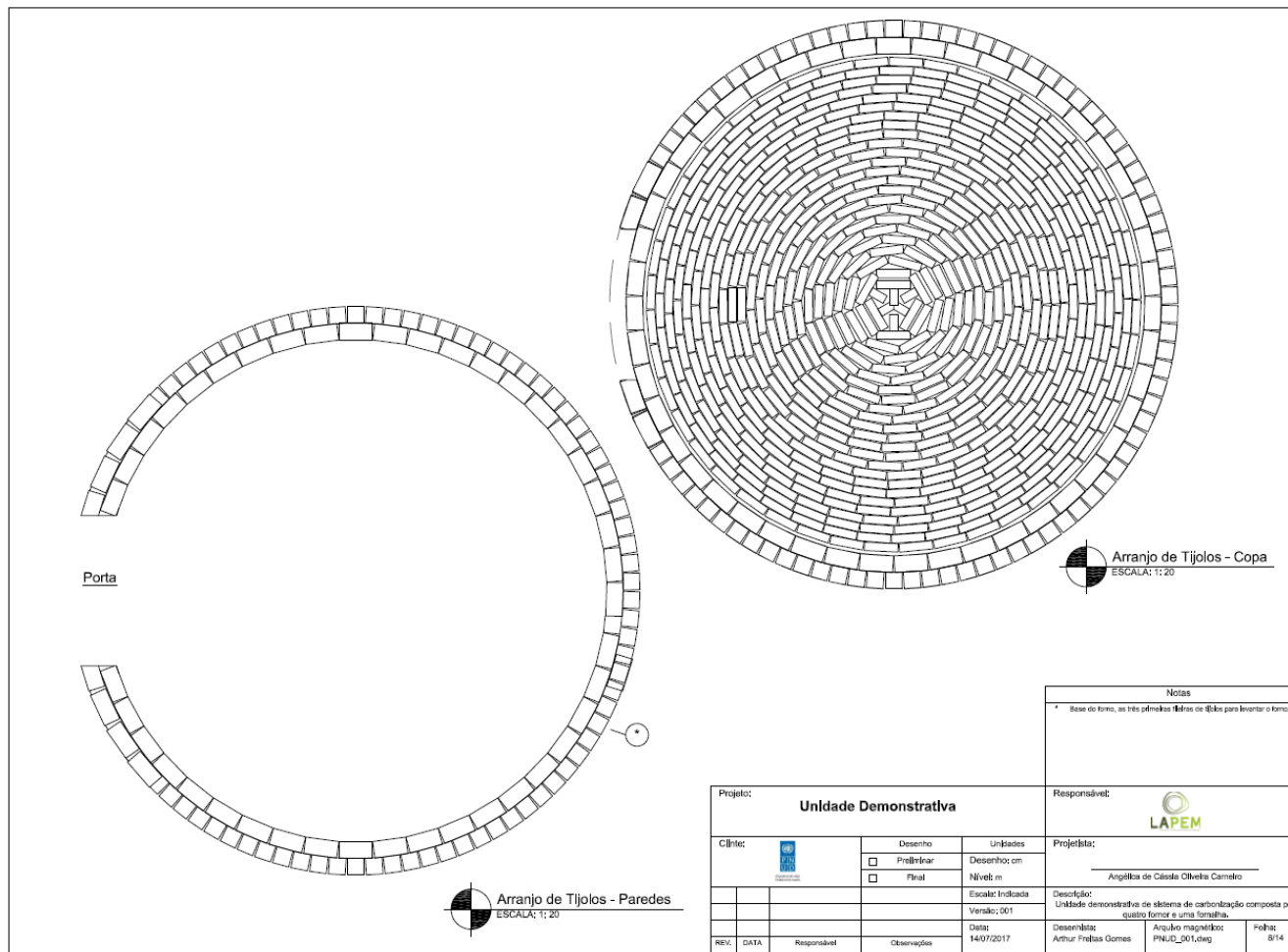


Figura 17. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

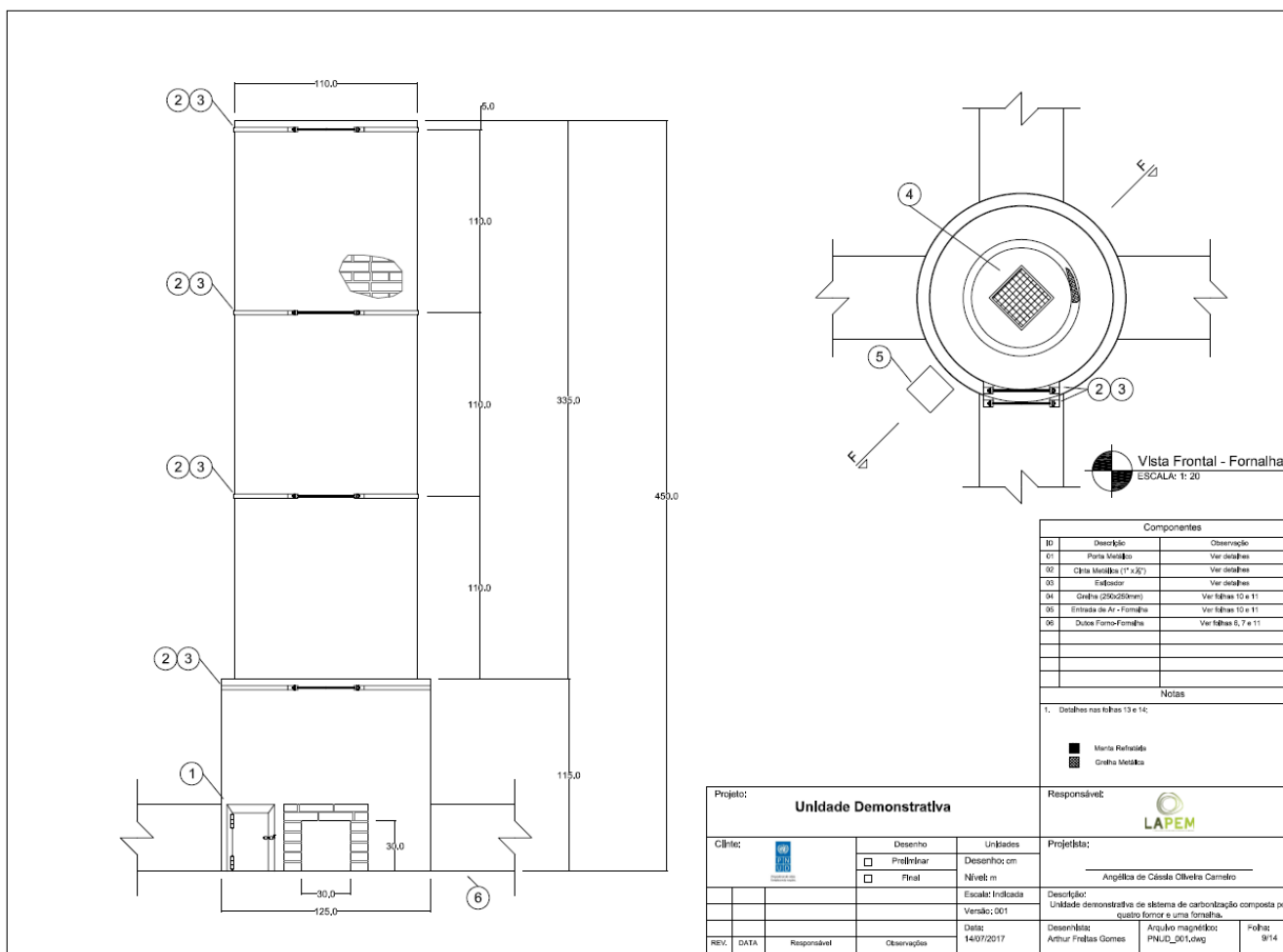


Figura 18. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

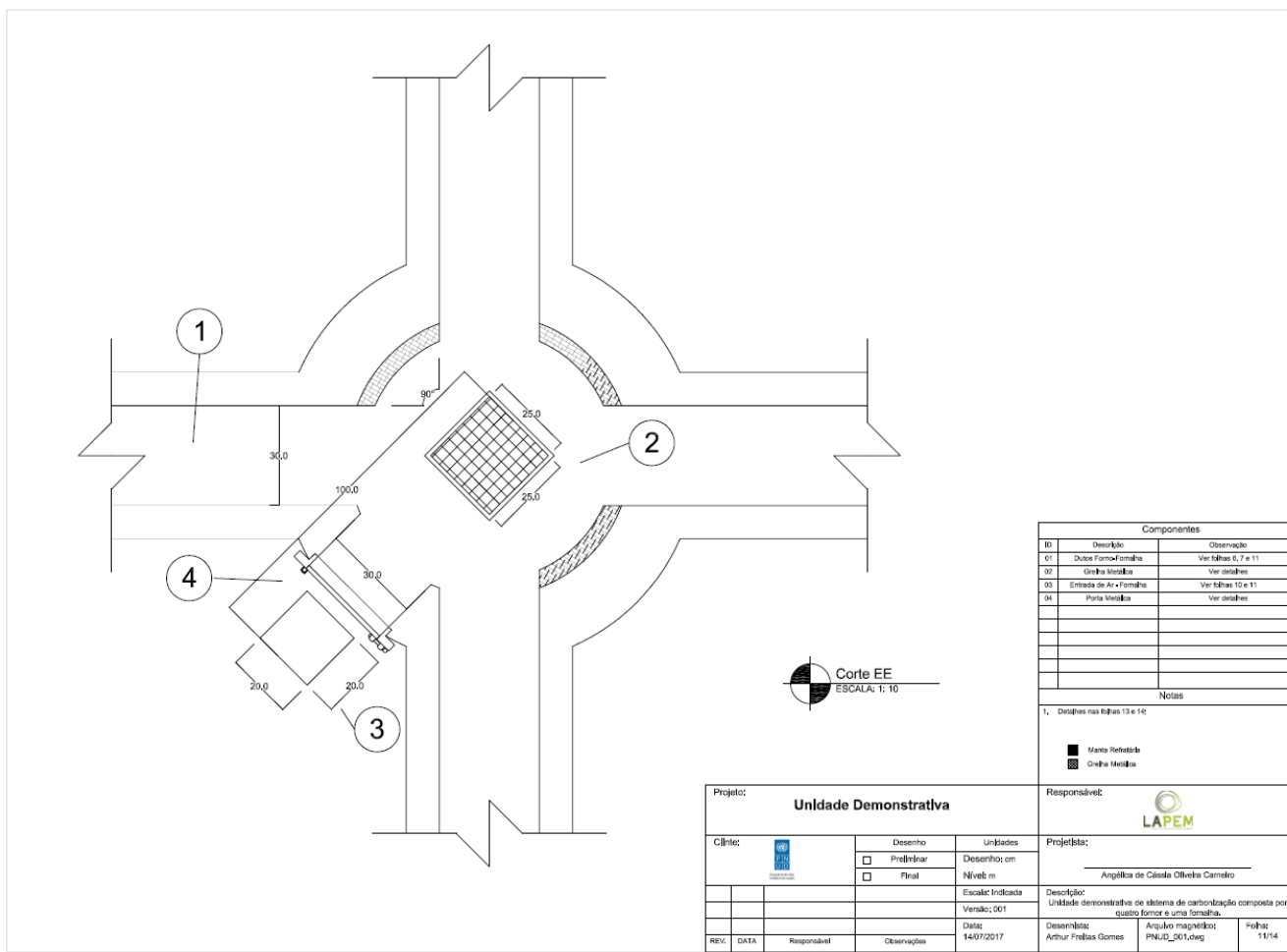


Figura 20. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

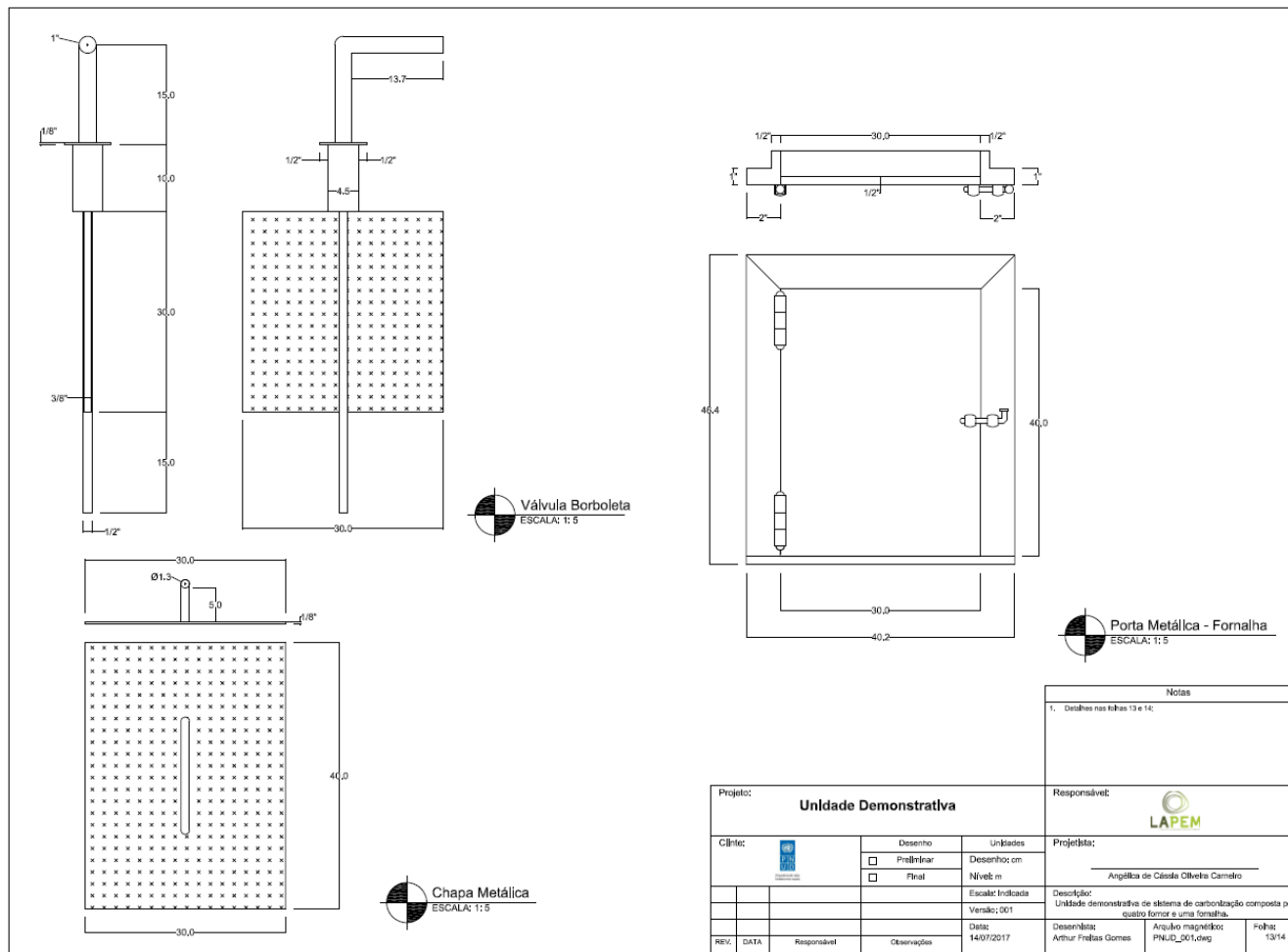


Figura 22. Planta baixa do sistema fornos-fornalha.

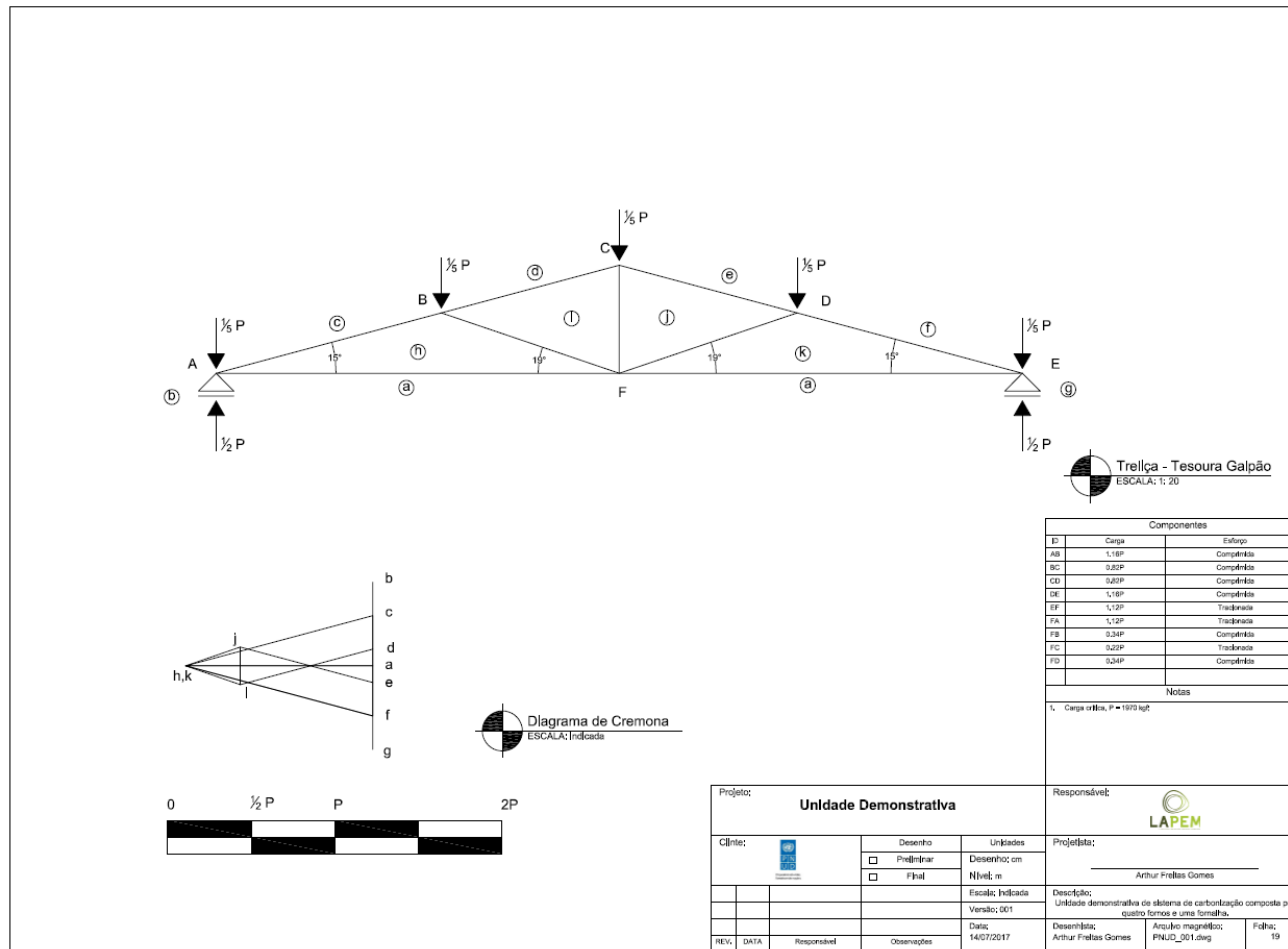


Figura 25. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

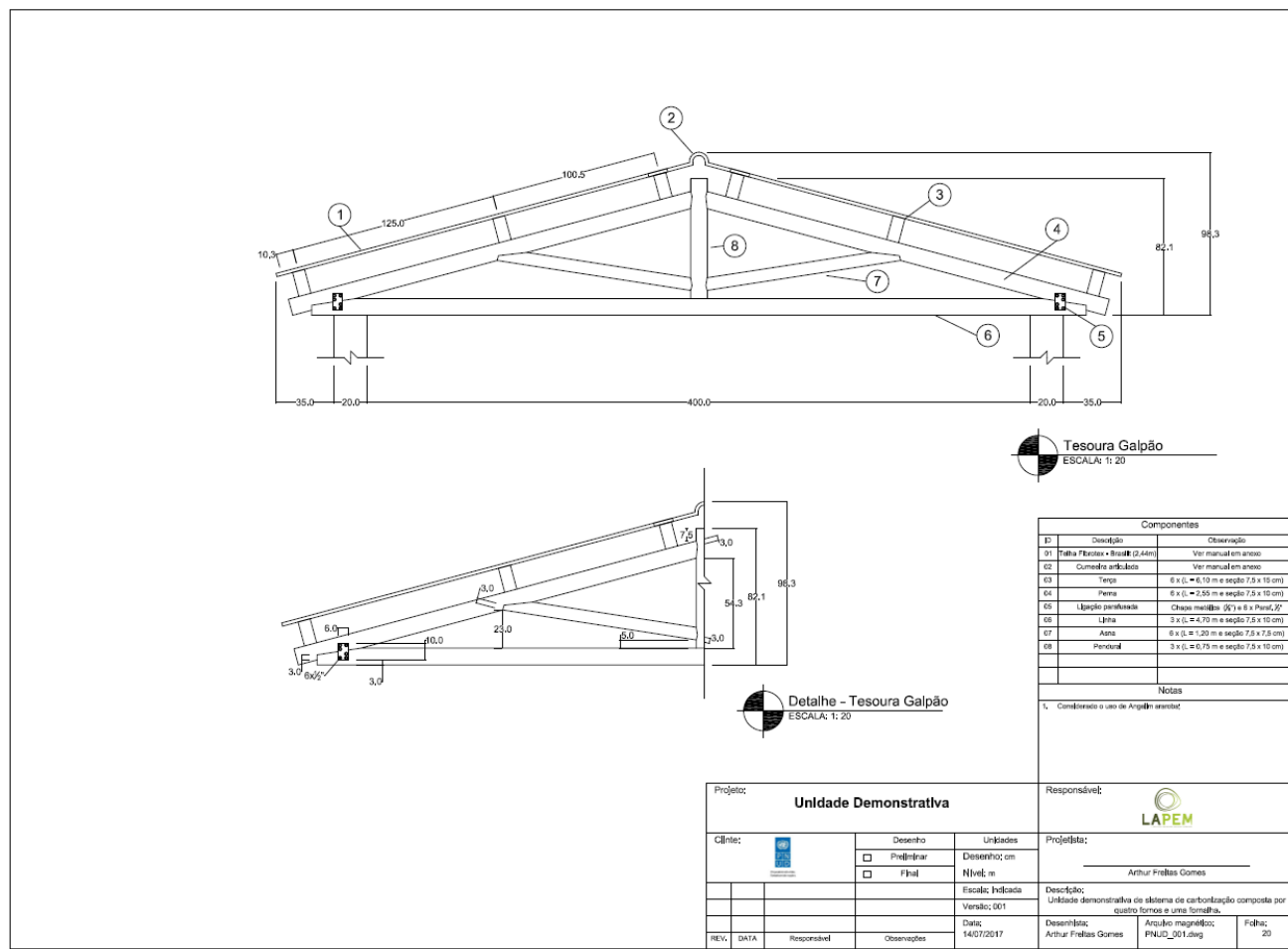


Figura 26. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

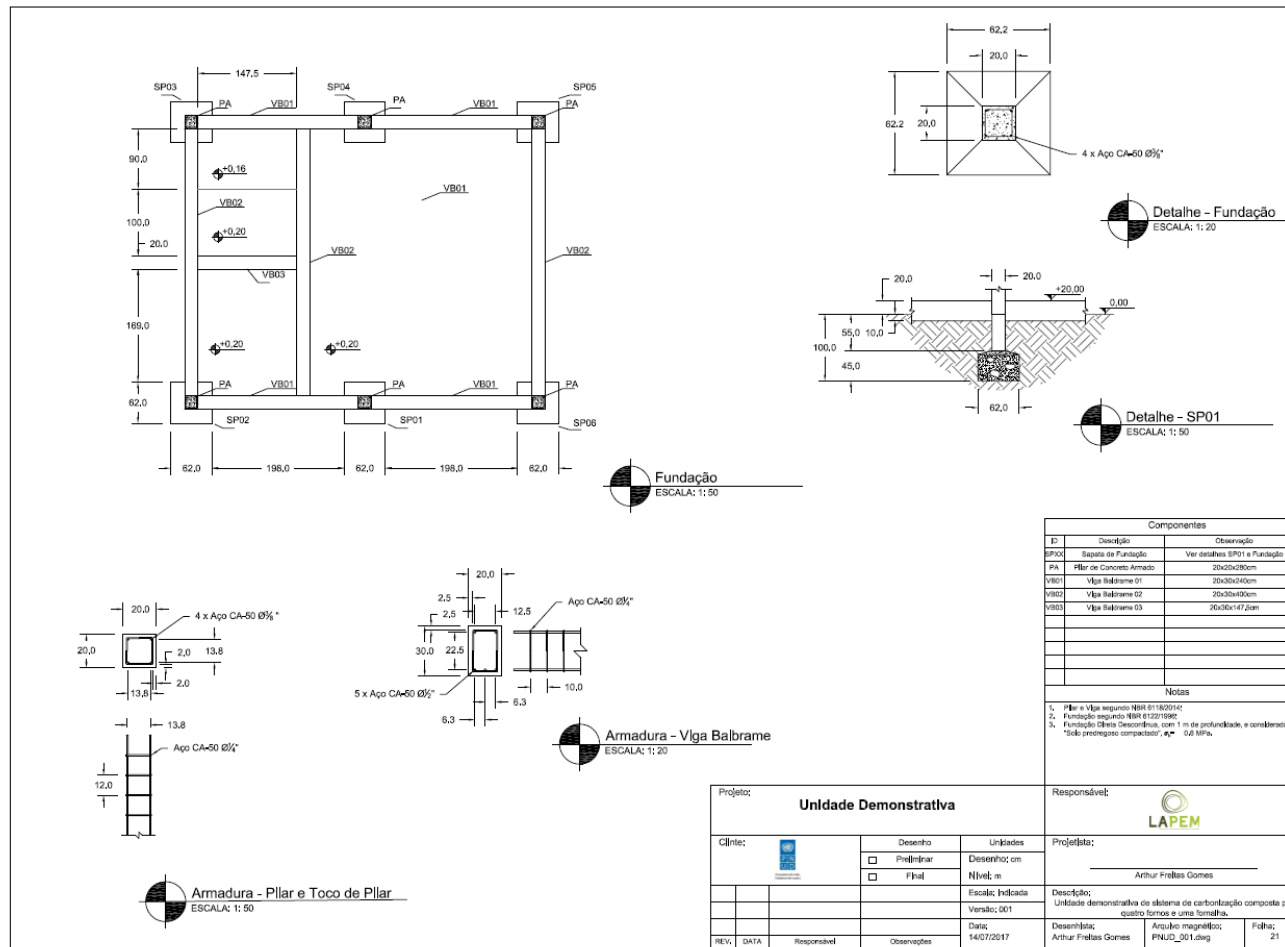


Figura 27. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

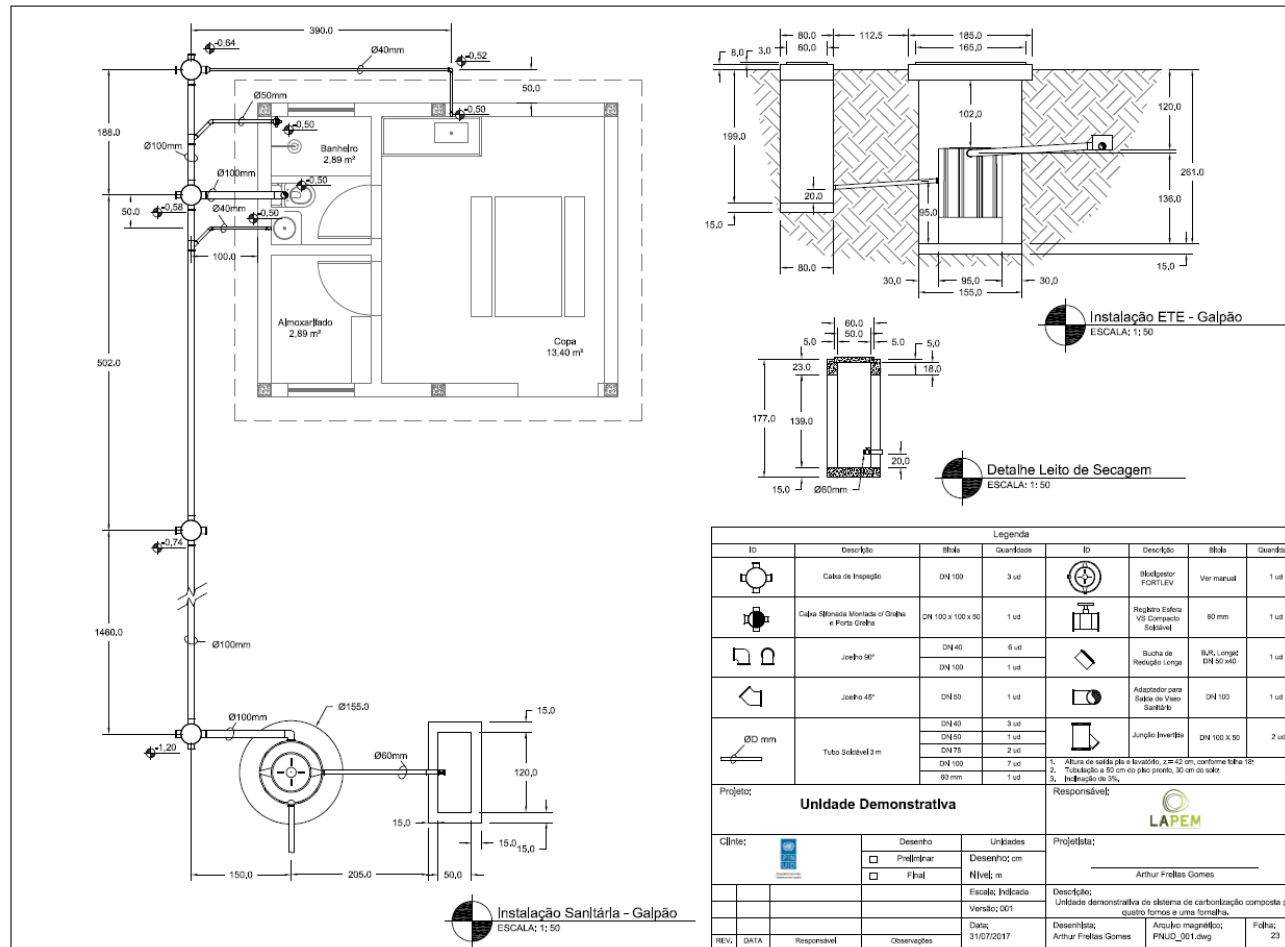


Figura 29. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

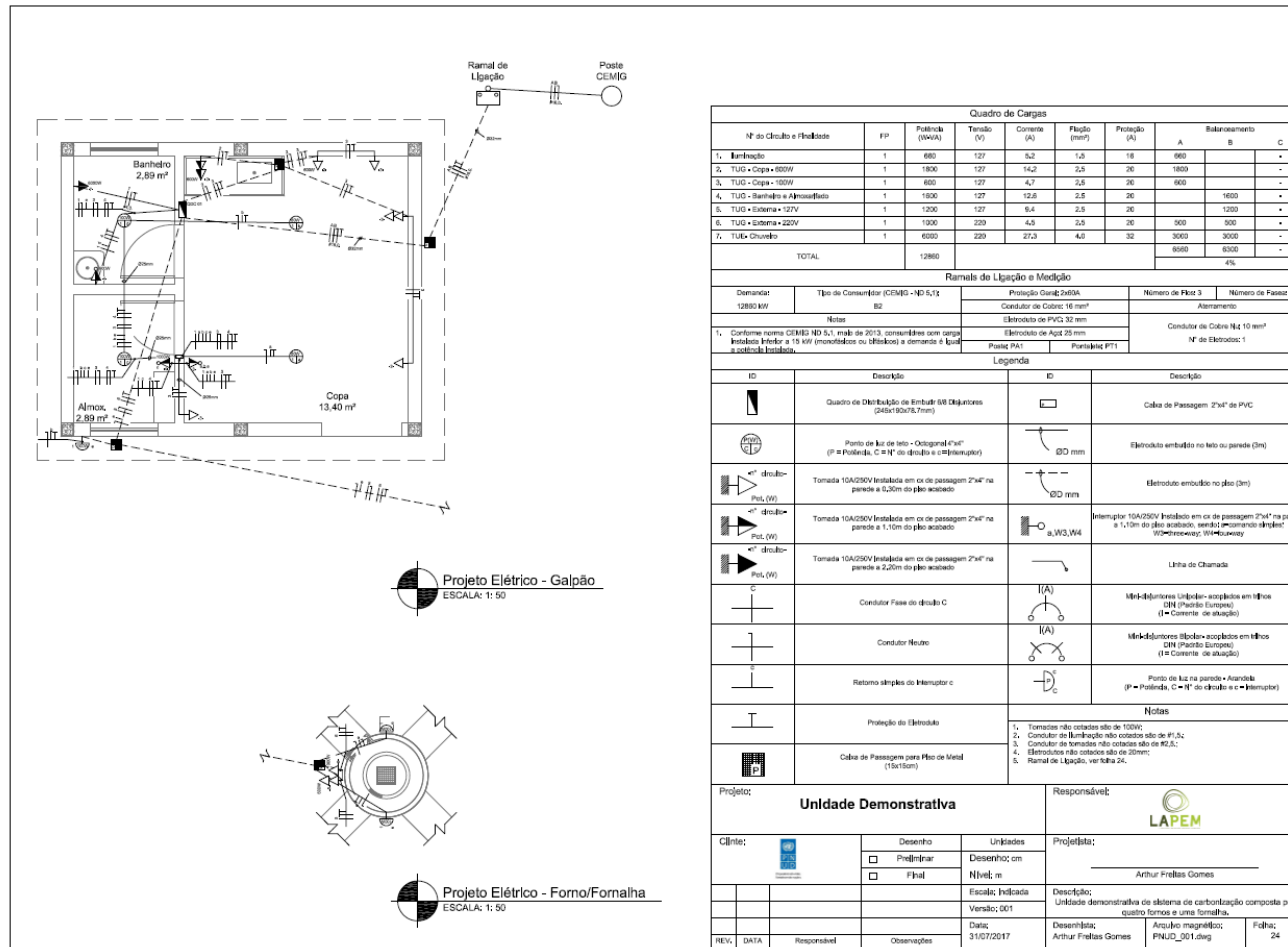


Figura 30. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.

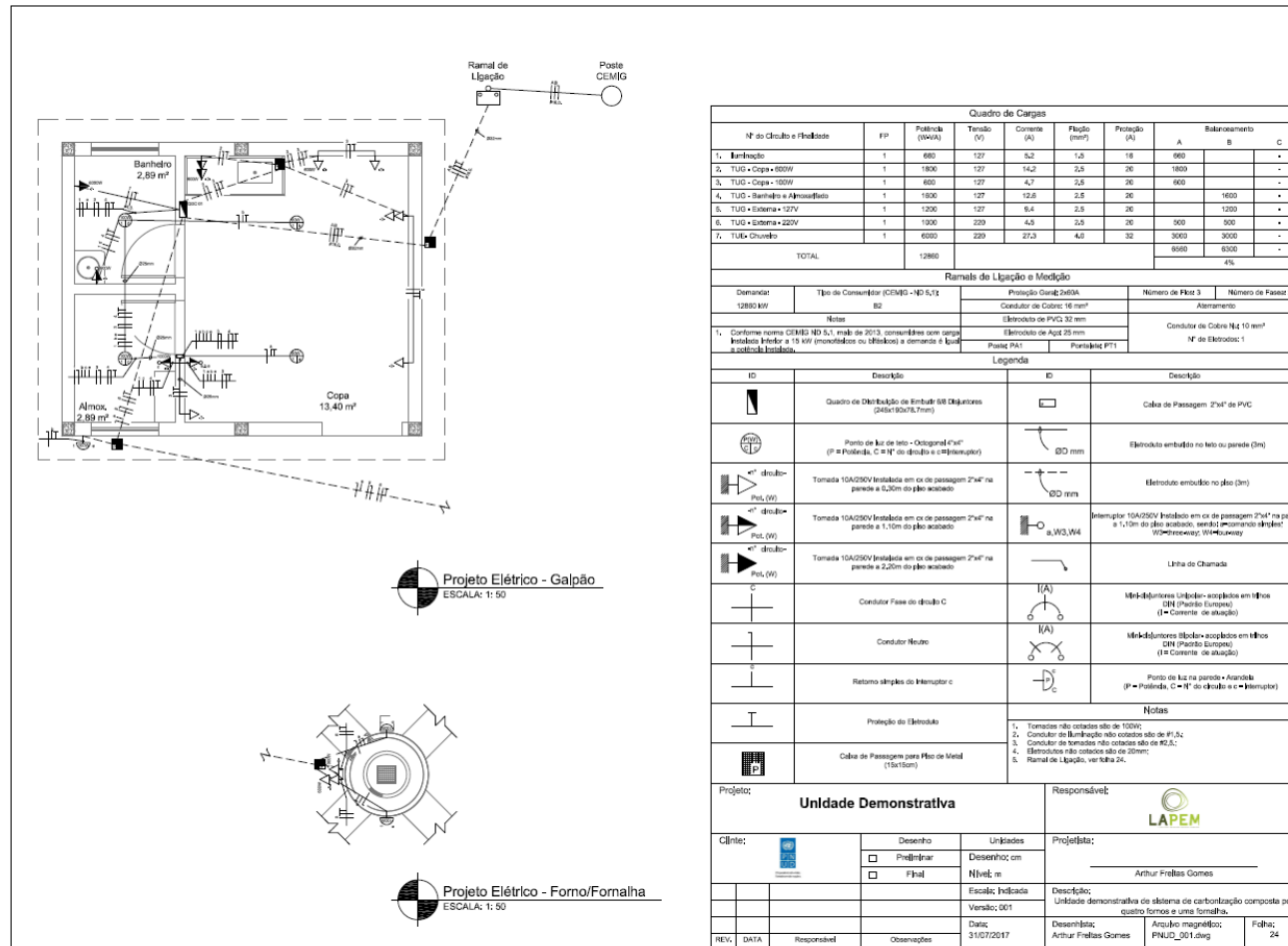


Figura 31. Planta do galpão de apoio da Unidade Demonstrativa.