



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE POSTO DE ABASTECIMENTO DE
COMBUSTÍVEIS NA PROVÍNCIA DE GAZA, NO DISTRITO DE MABALANE NA
LOCALIDADE DE COMBOMUNE**

Controlo de Qualidade de Aterros e Betão Produzido na Obra

AUTOR

Artur Continho Dave Júnior

SUPERVISORES

Eng° Salomão Nguenha, (FE-UEM)

Eng° Jorge Chipupure (Nyeleti Engenharia Lda)

Maputo, Outubro de 2024



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE POSTO DE ABASTECIMENTO DE
COMBUSTÍVEIS NA PROVÍNCIA DE GAZA, NO DISTRITO DE MABALANE NA
LOCALIDADE DE COMBOMUNE**

Controlo de Qualidade de Aterros e Betão Produzido na Obra

Relatório de estágio profissional
submetido ao Departamento de
Engenharia Civil para obtenção do
grau de Licenciatura em Engenharia
Civil.

SUPERVISORES

Eng° Salomão Nguenha, (FE-UEM)

Eng° Jorge Chipupure (Nyeleti Engenharia Lda)

Maputo, Outubro de 2024

TERMO DE RESPONSABILIZAÇÃO DO CANDIDATO E DOS SUPERVISORES

Relatório de estágio profissional a ser submetido à Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, como cumprimento parcial dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor

(Artur Continho Dave Júnior)

(Eng° Salomão Nguenha)

(Eng° Jorge Chipupure)

TERMO DE ENTREGA

Declaro que o estudante Artur Continho Dave Júnior entregou no dia ___/___/____, as duas (02) cópias do relatório do seu Estágio Profissional com a referência: FISCALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE POSTO DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS NA PROVÍNCIA DE GAZA, NO DISTRITO DE MABALANE NA LOCALIDADE DE COMBOMUNE - Controlo de Qualidade de aterros e betão Produzido na Obra.

A Chefe da Secretaria

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Artur Continho Dave Júnior, declaro por minha honra, que este trabalho é resultado da minha investigação com recurso a bibliografia em referência devidamente citada ao longo do mesmo e que é submetido para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil, pela Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Autor:

(Artur Continho Dave Júnior)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Artur Dave e Esperança Matimbe, e aos meus tios Raúl Dave e Olga Mulhanga que sempre acreditaram no meu potencial e tudo fizeram para que eu chegasse a esta etapa da minha vida. Meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela sua provisão, presença, por me conduzir todos os dias e pela sabedoria, pois de facto, sem ele nada pode fazer.

Agradeço aos meus pais, tios e irmãos, por todo amor, por me apoiarem continuamente, por cuidarem de mim e pela paciência nos períodos em que estive ausente durante a minha formação.

Agradeço também ao corpo de docentes da UEM - FENG que muito faz para dinamizar o processo de aprendizagem e pelo seu empenho na formação de quadros qualificados.

Agradeço ao meu supervisor, Engenheiro Salomão Nguenha, pelo tempo investido, paciência, atenção, dedicação e pelos conhecimentos transmitidos durante a elaboração deste trabalho.

À Nyeleti Engenharia Lda, pela oportunidade de estagiar, pelas responsabilidades confiadas e desafios impostos durante o período de estágio, que foram essenciais para a realização deste trabalho e pela abertura para que pudesse confrontar os conhecimentos adquiridos durante a formação.

Agradeço aos meus colegas, pela experiência partilhada ao longo da formação, pelo tempo de convivência em que pudemos criar laços como de uma família.

A todos que contribuíram directa ou indirectamente, meu muito obrigado.

RESUMO

O presente documento visa apresentar o trabalho desenvolvido durante o período de estágio profissional para aquisição do grau de Licenciatura em Engenharia Civil na Universidade Eduardo Mondlane (UEM).

Durante os quatro (4) meses que compreenderam o período de realização de estágio na obra, foram concedidas responsabilidades e definidos objectivos a serem alcançados. O estagiário, sendo parte integrante da equipa de fiscalização, teve como principal foco o acompanhamento da execução dos trabalhos e foi fornecido o projecto e documentos necessários para uma melhor integração em obra.

E na posse do projecto, o estagiário inteirou-se de todos os trabalhos por realizar no projecto, onde teve como as principais actividades o acompanhamento diário de registo fotográfico dos trabalhos executados, o pedido de aprovação dos materiais a aplicar em obra e a gestão de informação entre as entidades envolvidas no projecto.

O estágio teve como principal objectivo a descrição de todas actividades decorridas em obra, e o estagiário abordou neste trabalho o papel da fiscalização na obra e fez o estudo de Controlo de qualidade de aterros e betão produzido na obra na Construção de Posto de Abastecimento de Combustíveis, na Província de Gaza no Posto Administrativo de Mabalane na Localidade de Combomune, sendo que, deste estudo, foi feita seguindo os regulamentos regentes e chegou a conclusão de que os aterros e betão satisfazem o que é pretendido no projecto.

De modo a se atingir o objectivo geral, foram aplicados métodos e técnicas de recolha de dados, desde a análise documental ou bibliográfica, método de observação qualitativa e selecção, alicerçados com a questão da fiscalização da execução de projecto, foram observadas as actividades que compuseram a empreitada, desde o movimento de terra, até o término da infra-estrutura, tendo-se analisado o nível de conformidade entre as soluções aplicadas *in-situ* e as apresentadas nas peças desenhadas do projecto.

O trabalho descreve a metodologia aplicada para o apuramento deste resultado e demonstra a importância da verificação de controlo de qualidade em obra.

Palavras-chave: Fiscalização, Obra, Controlo, Qualidade, Compactação, Betão, Aterros.

ABSTRACT

This document aims to present the work developed during the professional internship period for the acquisition of the degree of Degree in Civil Engineering at the Eduardo Mondlane University (UEM).

During the four (4) months that comprised the internship period on site, responsibilities were granted and objectives were defined to be achieved. The intern, being an integral part of the inspection team, had as his main focus the monitoring of the execution of the works and the project and documents necessary for a better integration into the work were provided.

And in possession of the project, the intern learned about all the work to be carried out in the project, where his main activities were the daily monitoring of photographic records of the works carried out, the request for approval of the materials to be applied on site and the management of information between the entities involved in the project.

The internship had as its main objective the description of all activities carried out on site, and the intern addressed in this work the role of supervision on site and did the study of Quality Control of landfills and concrete produced on site in the Construction of a Fuel Station, in the Province of Gaza at the Administrative Post of Mabalane in the Locality of Combomune, From this study, it was carried out following the governing regulations and came to the conclusion that the landfills and concrete meet what is intended in the project.

In order to achieve the general objective, methods and techniques of data collection were applied, from documentary or bibliographic analysis, qualitative observation method and selection, based on the issue of supervision of the execution of the project, the activities that made up the contract, from the movement of earth, to the completion of the infrastructure, having analyzed the level of conformity between the solutions applied in situ and those presented in the project's drawings.

The work describes the methodology applied for the determination of this result and demonstrates the importance of quality control verification on site.

Keywords: Inspection, Work, Control, Quality, Compaction, Concrete, Landfills.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
SUMÁRIO	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE EQUAÇÕES	xi
1 INTRODUÇÃO	2
1.1 Contextualização.....	2
1.2 Formulação do Problema	3
1.3 Justificativa.....	3
1.4 Objectivos.....	4
1.4.1 Objectivo Geral.....	4
1.4.2 Objectivos Específicos	4
1.5 Metodologia de Pesquisa	4
1.6 Estrutura do Trabalho.....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Controlo de Qualidade	6
2.1.1 Controlo de Qualidade na Construção	6
2.1.1.1 Controlo de Qualidade na Construção como Fiscal.....	7
2.1.1.1.1 Controlo de Qualidade de Material Fornecido a Obra	7
2.1.1.1.2 Controlo de Qualidade das Actividades Desenvolvidas na Obra.....	7
2.1.1.2 Controlo de Qualidade de Compactação de Solos.....	8

2.1.1.2.1	Ensaaios realizados no controlo de qualidade de solos.....	9
2.1.1.2.2	Critério de Aceitação	10
2.1.1.3	Controlo de Qualidade de Betão Produzido na Obra	11
2.1.1.3.1	Ensaaios Realizados para a Resistência do Betão.....	12
2.1.1.3.2	Critérios de Aceitação	12
3	CASO DE ESTUDO: CONTROLO DE QUALIDADE DE ATERROS E BETÃO PRODUZIDO NA OBRA	15
3.1	Instituição de Estágio	15
3.2	Localização da Obra.....	16
3.3	Contextualização do Projecto de Posto de Abastecimento de Combustíveis ..	16
3.3.1	Descrição dos Edifícios.....	16
3.3.1.1	Edifício Loja de Conveniência	16
3.3.1.2	Edifício Casa de Baterias e Depósito Elevado	17
3.3.2	Estrutura para Alpendre (Canopys).....	18
3.3.2.1	Canopy Principal.....	18
3.3.2.2	Canopy Secundário.....	19
3.3.3	Depósitos Enterrados.....	20
3.3.4	Muro de Vedação.....	20
3.3.5	Exteriores	20
3.4	Entidades e Intervenientes na Empreitada	21
3.5	Ponto Inicial dos Trabalhos	21
3.6	Controlo de Qualidade	21
3.6.1	Controlo de Qualidade de Aterros.....	21
3.6.1.1	Procedimento de Ensaio de Gama com Densímetro.....	22
3.6.1.2	Resultados.....	23
3.6.2	Controlo de Qualidade de Betão Produzido na Obra.....	25
3.6.2.1	Ensaio Realizado no Controlo de Qualidade de Betão	25
3.6.2.2	Procedimento para Ensaio de Compressão dos Cubos	25

3.6.2.3	Equipamentos Utilizados.....	26
3.6.2.4	Resultados.....	26
4	DESCRIÇÃO DE OUTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS NA OBRA.....	28
4.1	Movimento de Terra.....	29
4.1.1	Controlo de Aterros.....	29
4.1.2	Limpeza e Regularização dos Solos.....	30
4.1.3	Nivelamento da Superfície e Espalhamento de Solos.....	30
4.1.4	Rega de Solos.....	31
4.1.5	Compactação, Controlo de Humidade e Densidade	32
4.1.6	Escarificação.....	32
4.2	Controlo de Execução da Estrutura	33
4.3	Fundações	34
4.3.1	Abertura de Cabouco para as Fundações	34
4.3.2	Preparação de Armaduras.....	35
4.3.3	Mistura de solo-cimento para Base de Fundações	35
4.3.4	Cofragem e Armação das Sapatas.....	36
4.3.5	Betonagem das Fundações Isoladas e Corridas.....	36
4.4	Assentamento de Blocos amaciçados na Caixa de Pavimento	37
4.4.1	Betonagem da Laje de Pavimento	37
4.5	Pilares.....	38
4.5.1	Processo de execução de pilares	38
4.6	Vigas.....	39
4.6.1	Processo de Execução de Vigas.....	40
4.7	Lajes	40
4.7.1	Cofragem.....	41
4.7.1.1	Procedimento para a sua montagem	41
4.7.2	Colocação de armaduras.....	42

4.7.3	Betonagem.....	43
4.7.3.1	Processo de execução da laje.....	43
4.8	Desconfrangem	43
4.9	Electricidade	44
4.10	Hidráulica	44
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	45
5.1	CONCLUSÕES.....	45
5.2	RECOMENDAÇÕES	46
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7	ANEXOS	48
	Anexo 1: <i>Layout</i> em planta de posto de abastecimento de combustíveis.....	49
	Anexo 2: Resultados de ensaios de compactação de solos no campo	50
	Anexo 3: Resultados de ensaios de compreensão de cubos de betão	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A400 NR - Aço com uma resistência mínima à tracção de 400 Mpa;

EN - Norma Europeia;

FENG – Faculdade de Engenharia;

NP – Norma Portuguesa;

ACI – American Concrete Institute;

PAC - Posto de Abastecimento de Combustível;

ASTM – American Society for Testing and Materials;

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré- Esforçado.

LISTA DE SÍMBOLOS

f_{ck} - Valor característico da resistência do betão à compressão;

f_{cm} - Valor da resistência média do lote de betão;

f_i - Valor das resistências encontradas nas amostras rompidas;

Mpa - Mega pascal;

n - Número de elementos rompidos (amostras);

S - Desvio padrão da dosagem;

Gc - Grau de compactação do solo compactado em campo;

$\gamma_s(\text{campo})$ - Peso específico seco obtido "*in-situ*";

$\gamma_s(\text{lab})$ - Peso específico seco máximo obtido em laboratório;

ΔW - Desvio de humidade do solo compactado em campo;

W_{campo} - Teor de humidade determinado "*in-situ*";

W_{ot} - Teor de humidade obtido em laboratório.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Logótipo Oficial da Empresa (Fonte: Nyeleti Engenharia, Lda)	15
Figura 3.2: Localização da obra (Fonte: Google Earth pro).....	16
Figura 3.3: Planta arquitectónica e estrutural da loja de conveniências (Fonte: Projecto do PAC).....	17
Figura 3.4: Planta arquitectónica e estrutural da casa de baterias (Fonte: Projecto do PAC).....	18
Figura 3.5: Estrutura de canopy principal (Fonte: Projecto do PAC).....	19
Figura 3.6: Estrutura de canopy secundário (Fonte: Projecto do PAC).....	19
Figura 3.7: Depósitos enterrados (Fonte: Projecto do PAC)	20
Figura 3.8: Controlo da densidade e teor de humidade	22
Figura 3.9: Localização dos pontos de ensaio da 3º camada.....	23
Figura 3.10: Colheita de amostras de cubos de betão	25
Figura 4.1: Limpeza do terreno.....	30
Figura 4.2: Nivelamento do terreno	31
Figura 4.3: Rega de solos.	31
Figura 4.4: Compactação de solos	32
Figura 4.5: Escarificação da camada	33
Figura 4.6: Abertura de caboucos em fundações isoladas e corridas.....	35
Figura 4.7: Betonagem de sapatas corridas e isoladas.	37
Figura 4.8: Betonagem da laje de pavimento da loja de conveniências e casa de baterias.	38
Figura 4.9: Cofragem dos pilares	39
Figura 4.10: Cofragem de vigas	40
Figura 4.11: Cofragem da laje.....	42
Figura 4.12: Colocação de armaduras na laje	42
Figura 4.13: Betonagem da laje.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Classe de betão e intervalos de resistência em diferentes dias	13
Tabela 2.2: Classificação do padrão de controlo dos betões com resistência até 35 MPa	14
Tabela 3.1: Resultados de ensaios in-situ da 3ª camada de aterro.....	23
Tabela 3.2: Resultados da avaliação dos cubos de ensaio de fundação.....	26
Tabela 3.3: Resultados de ensaio de compressão de betão	26
Tabela 4.1: Prazos mínimos de desconfragem	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Resumo das actividades desenvolvidas durante o estágio profissional	28
Quadro 4.1: Controlo de conformidade de aterros	28
Quadro 4.2: Controlo de conformidade da estrutura.....	32

LISTA DE EQUAÇÕES

Eq 2.1: Grau de compactação.....	10
Eq 2.2: Desvio de humidade.....	10
Eq 2.3: Resistência média do lote de betão.....	14
Eq 2.4: Desvio padrão	14

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A construção civil, por muito tempo, considerou desperdícios e falhas na execução como elementos inclusos no processo, pois a obra desenvolve-se em um ambiente com muitas incertezas, variações climáticas e rotatividade da mão-de-obra, por exemplo. Porém, o mercado está mudando e o consumidor exige produtos de qualidade com menor preço. Para atender a estes requisitos, a construção civil teve que espelhar-se nas outras indústrias e buscar a melhoria dos seus produtos e processos. Uma das formas é a busca de um maior controlo sobre a produção, que pode-se obter com a implementação de um sistema de controlo da qualidade utilizado conjuntamente com o planeamento e controlo da produção (Helen, 2001).

O controlo da qualidade auxilia na uniformização do produto, ou seja, através da padronização dos procedimentos e formação de critérios para aceitação de serviços, a construtora consegue estabelecer um patamar de qualidade para suas obras. Juntamente com a implementação de um sistema de controlo de qualidade mostrou-se necessário aperfeiçoar o planeamento das obras, encontrando maneiras de minimizar as incertezas na execução e diminuir prazos para o cumprimento de tarefas. O planeamento e controlo da produção, não somente supre estas necessidades, como também ajuda o gerenciador a antever problemas (Moura, 2012).

Segundo CAMPOS (1992), manter sob controlo é saber localizar o problema, analisar o processo, padronizar e estabelecer itens de controlo de tal forma a evitar que o problema ocorra.

A função principal do controlo de qualidade é garantir que os produtos ou serviços atendam ou até superem as expectativas dos clientes. Isso não se limita apenas à uma inspeção final, mas também na implementação de boas práticas em todas as fases do processo de produção GARVIN (1992).

1.2 Formulação do Problema

Nos tempos que correm, a exactidão é um factor de grande importância na área de Engenharia Civil. As imprecisões podem trazer grandes custos adicionais na execução de obras, bem como podem colocar em risco a integridade física das estruturas e seus usuários.

Segundo Popatlal (2023), Um dos maiores desafios enfrentados na construção é a materialização exacta do que estiver num projecto para a verificação e controlo da qualidade da produção, recorre-se aos ensaios *in-situ* ou em laboratório, porém, esta acção não é por si só suficiente para garantir que haja semelhança entre o que foi projectado, executado e o especificado pelas normas e regulamentos daí vem a necessidade da existência de um controlo de qualidade, a fim de evitar quaisquer possíveis erros durante a construção.

No presente relatório, pretende-se fazer o controlo de qualidade dos aterros e betão, avaliar os resultados encontrados *in-situ* e comparar com os resultados obtidos no laboratório (LEM, IP.), seu desvio e possíveis diferenças, mostrando através deste relatório, a relevância deste controlo e seus resultados.

1.3 Justificativa

Fazer o controlo de qualidade na obra é fundamental porque ele garante que os materiais e processos utilizados atendam aos padrões de segurança e durabilidade, o que é essencial para a segurança dos ocupantes. Além disso, o controlo de qualidade ajuda a identificar e corrigir problemas antes que se tornem maiores, economizando tempo e dinheiro a longo prazo.

Um bom controlo de qualidade pode aumentar a satisfação do cliente, pois ao adoptar medidas rigorosas de controlo de qualidade, é possível evitar retrabalho, defeitos e atrasos, garantindo a qualidade final do produto. Por fim, ele contribui para a reputação da empresa, mostrando que ela se preocupa com a excelência e a responsabilidade em seus projectos. Em resumo, é uma prática que traz benefícios tanto para a obra quanto para todos os envolvidos.

1.4 Objectivos

1.4.1 Objectivo Geral

Fiscalizar e realizar o estudo de controlo de qualidade de aterros e betão na construção de Posto de Abastecimento de Combustíveis na Província de Gaza, no distrito de Mabalane na Localidade de Combomune.

1.4.2 Objectivos Específicos

- a) Descrever os conceitos relativos a controlo de qualidade com base em diversas bibliografias existentes;
- b) Descrever o projecto de um posto de abastecimento de combustíveis;
- c) Descrever o processo de execução de todas as actividades realizadas e parâmetros de controlo garantidos pela fiscalização em obra;
- d) Implementar o plano de controlo de qualidade de aterros e betão produzido na obra.

1.5 Metodologia de Pesquisa

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste relatório de estágio profissional consistiu em três etapas principais:

1. Pesquisa Bibliográfica:

- Foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica para revisar os trabalhos existentes sobre controlo de qualidade na construção civil. Essa etapa visou compreender as práticas e normas já estabelecidas na área.

2. Análise e Sintetização de Dados:

- Após a pesquisa, os dados colectados foram analisados e complementados conforme necessário. As informações essenciais foram sintetizadas em um único documento, que serve como uma ferramenta para garantir níveis satisfatórios de qualidade em aterros e na estrutura de betão armado.

3. Aplicação Prática:

- Por fim, para a realização dessas etapas, foram desenvolvidas as seguintes actividades:
 - Acompanhamento fotográfico e fiscalização das actividades na obra;
 - Colecta de informações durante a execução das actividades;
 - Análise da documentação fornecida pela Nyeleti Engenharia, Lda.

1.6 Estrutura do Trabalho

O presente relatório encontra-se dividido em cinco (5) capítulos, que a seguir são descritos:

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a introdução do trabalho, o problema, a justificativa, os objectivos do estágio, a metodologia, e a estrutura do trabalho.

CAPÍTULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados os conceitos teóricos de outros autores e bibliografias que fundamentam o que foi realizado durante o estágio.

CAPÍTULO III: ESTUDO DE CASO

Este capítulo, faz uma contextualização do projecto de PAC, apresentação dos resultados obtidos *in-situ* e com base nos critérios de aceitação fazer o tratamento dos mesmos bem como a sua discussão para cada caso.

CAPÍTULO IV: DESCRIÇÃO DE OUTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS NA OBRA

Estará focalizado na exposição de outras actividades realizadas durante o período de estágio.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No último capítulo do presente relatório, faz comentários e sugestões à empresa de estágio, as conclusões alcançadas ao longo dos quatro (4) meses.

CAPÍTULO II

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Controlo de Qualidade

O controlo da qualidade foi implementado para que produtos considerados defeituosos não fossem colocados à disposição do consumidor. Primeiramente, esse controlo era realizado na conferência do produto final e as unidades consideradas não conformem eram descartadas, porém percebeu-se que a utilização dessa metodologia gerava muito desperdício e as causas dos defeitos não eram tratadas. A partir desta constatação, o controlo da qualidade passou a ser aplicado no processo também (JURAN & GRZYNA, 1991).

Segundo ISO 9000, define-se qualidade como sendo aquilo que está adequado ao seu propósito e às suas especificações. Dessa forma, pode-se dizer que qualidade é o equilíbrio entre as necessidades e expectativas dos clientes e o padrão que a organização se propõe a entregar, é entregar o que foi prometido.

Para LOBOS (1991), Controlo de qualidade é uma área da qualidade responsável por verificar se um produto ou serviço está de acordo com suas especificações técnicas, e ela é implementado por meio de medidas estatísticas e o acompanhamento contínuo da produção e dos equipamentos utilizados. Dessa forma, é capaz de unificar o processo de produção, uma vez que confere a ele um padrão e requisitos a serem seguidos.

2.1.1 Controlo de Qualidade na Construção

Na construção civil, estão sendo realizados grandes esforços no sentido de desenvolver iniciativas de melhoria de qualidade que já foram introduzidas em outros sectores porque a construção tem características próprias que dificultam a aplicação directa de procedimento e ferramentas desenvolvidos (SOUSA 2004).

Segundo MESEGUER (1991), O controlo de qualidade na construção civil é tradicionalmente associado com a vigilância na obra e realização de alguns ensaios e constituído por dois tipos de controlo: o controlo de produção e o controlo de recepção, aplicado a um modelo do processo de produção onde aparecem cinco actividades principais: planeamento, projecto, materiais, execução e uso-manutenção.

Para SOUZA (1997), a qualidade de obra como um todo é resultante da qualidade na execução de cada serviço. A verificação dos serviços em execução evita o desvio de

rumos e garante o andamento normal da obra sem a ocorrência de problemas que podem repercutir nas etapas posteriores.

No controlo de qualidade na construção, são monitorados aspectos como a qualidade dos materiais, a execução correcta dos projectos, a aderência às normas e especificações técnicas, e a performance estrutural e funcional. Isso é crucial para garantir a segurança, durabilidade e eficiência das obras JURAN (1992).

2.1.1.1 Controlo de Qualidade na Construção como Fiscal

A evolução dos conceitos de qualidade dentro da construção civil tornou a fiscalização de obras um serviço essencial para garantir que o projecto seja executado conforme especificado. Cabe ressaltar que essa fiscalização tem um papel de interlocução entre os diversos interesses dos agentes envolvidos no processo, MARIANA DE MORAES (2009).

Para MARCELO GOMES (2019), ser fiscal de controlo de qualidade na construção requer atenção aos detalhes, habilidades de comunicação eficazes e um profundo conhecimento das normas e regulamentos da indústria. O papel é crucial para garantir que a construção seja concluída com sucesso, atendendo a todos os critérios de qualidade e segurança.

De acordo com HELEN ULRICH (2001), aqui estão algumas das principais responsabilidades e actividades associadas a esse papel:

2.1.1.1.1 Controlo de Qualidade de Material Fornecido a Obra

Garantir que os materiais utilizados na construção atendam às especificações técnicas e normas de qualidade. Isso inclui verificar a conformidade com os padrões estabelecidos e realizar testes quando necessário.

2.1.1.1.2 Controlo de Qualidade das Actividades Desenvolvidas na Obra

Monitorar as etapas da construção para assegurar que os processos estejam sendo executados conforme os métodos e procedimentos estabelecidos.

Inspeccionar a execução dos trabalhos para garantir que estão sendo feitos de acordo com o projecto, as normas técnicas e os regulamentos.

Produzir relatórios detalhados sobre as inspecções realizadas, incluindo quaisquer não conformidades encontradas e as acções correctivas recomendadas.

Documentar problemas identificados durante as inspecções e acompanhar as acções correctivas até a sua resolução (Vargas, 1977).

Assegurar que todos os aspectos da construção estejam em conformidade com as normas técnicas e regulamentações locais e verificar que as práticas de construção estejam em conformidade com as normas de segurança e saúde, protegendo a integridade dos trabalhadores e a segurança do local (Santos, 2008).

2.1.1.2 Controlo de Qualidade de Compactação de Solos

Para FRANCISCO ALVES (2019), O controlo de qualidade na compactação de solos é um aspecto crucial em projectos de engenharia e construção, pois a compactação adequada dos solos é fundamental para garantir a estabilidade e a durabilidade das estruturas.

De acordo com MEDINA (1997), o controlo de qualidade na compactação de solos exige um enfoque rigoroso em cada etapa do processo, desde a preparação inicial do solo até a verificação final da densidade compactada. A precisão na execução e o monitoramento contínuo são essenciais para garantir que o solo atenda às especificações e requisitos do projecto, resultando em uma base sólida e estável para a construção.

Para Holtz e Kovacs, (1981), o controlo da compactação no campo, em geral, resume-se em verificar se o peso específico e o teor de humidade especificados em projecto foram atingidos. Há uma boa correlação entre esses valores de peso específico e humidade com as propriedades de engenharia do solo, o que faz com que seu controlo seja um procedimento quase sempre conveniente.

A qualidade dos trabalhos desenvolvidos numa obra, assim como as características dos materiais e equipamentos utilizados, são pontos fundamentais para um bom desempenho de qualquer infra-estrutura durante a sua vida útil. Para isso, deve ser realizado um controlo contínuo das operações de construção (Correia & Brandl, 2001).

O controlo da compactação deve ser realizado desde o início dos trabalhos de compactação. Tem como objectivos comprovar a qualidade do material aplicado e os

resultados atingidos com a compactação. Isto através da determinação *in-situ* do γ_d e do W (Correia & Brandl, 2001).

Para PINTO (2006), o controlo de qualidade pode ser dividido em duas fases:

- Durante a realização dos trabalhos de compactação: ocorre a verificação da qualidade do material de aterro, das características dos equipamentos utilizados que influenciam a compactação e da maior ou menor presença de água no terreno;
- Após a compactação do solo: os resultados obtidos com a compactação do material são geralmente avaliados com base nos valores da compactação relativa (GC) e nos desvios dos teores em água *in-situ* relativamente ao W_{ot} desse material.

2.1.1.2.1 Ensaios realizados no controlo de qualidade de solos

- **Métodos radioactivos**

Este método é descrito na norma ASTM D – 6938 (2010). Pode ser aplicado em solos, agregados ou mistura dos dois e pavimentos betuminosos. Utiliza-se quer para a obtenção do γ_d , quer do W .

Este é um método não destrutivo e actualmente é o mais utilizado para ensaios de controlo de compactação, devido à sua extrema rapidez de execução e comodidade. Consiste num equipamento portátil, denominado gama densímetro, cujo nome comercial é Troxler. O equipamento é constituído por uma fonte radioactiva e por um receptor-contador.

- **Método da garrafa de areia**

O ensaio consiste na realização de um furo na camada a ensaiar. É pesado o solo retirado do furo e determinado o seu teor em água. Enche-se o furo com areia de baridade conhecida, pesando a garrafa com o remanescente de areia. Pela relação entre o peso do solo removido e o seu teor em água é determinada a baridade seca do solo. Este é um método destrutivo.

2.1.1.2.2 Critério de Aceitação

Com relação ao projecto, normalmente, fixam-se apenas o peso específico seco e o teor óptimo de humidade a serem atingidos com o solo utilizado, sendo definido a partir deles o Grau de Compactação (GC), o desvio de humidade (ΔW) e a tolerância em torno desses parâmetros. Cabe à fiscalização e ao executor a determinação dos parâmetros que permitam atingi-los com uma compactação bem feita e de forma económica. O Grau de Compactação e o desvio de humidade são definidos pelas equações respectivamente (Caputo 2006):

$$G_c = \frac{\gamma_s(\text{campo})}{\gamma_{s \max}(\text{lab})} \times 100 \quad \text{Eq 2.1}$$

Onde:

G_c - É o grau de compactação do solo compactado em campo, expresso em (%);

$\gamma_s(\text{campo})$ - É o peso específico seco obtido "*in-situ*";

$\gamma_{s \max}(\text{lab})$ - É o peso específico seco máximo obtido em laboratório, no ensaio de compactação, para a energia especificada.

$$\Delta W = W_{\text{campo}} - W_{\text{ot}} \quad \text{Eq 2.2}$$

Onde:

ΔW - é o desvio de humidade do solo compactado em campo.

W_{campo} - é o teor de humidade determinado "*in-situ*".

W_{ot} - é o teor de humidade obtido em laboratório, no ensaio de compactação, para a energia especificada.

Não sendo atingida a compactação desejada, a qual não deverá ser inferior a determinado valor do grau de compactação fixado pela especificação adoptada, o material será revolvido e compactado.

2.1.1.3 Controlo de Qualidade de Betão Produzido na Obra

Todo o betão deve ser sujeito ao controlo da produção sob responsabilidade do produtor. O controlo da produção compreende todas as medidas necessárias para manter as propriedades do betão em conformidade com os requisitos especificados

(Raimundo Pereira, 2000), e isso inclui a selecção de materiais, formulação do betão, produção do betão, inspecções, ensaios e controlo da conformidade.

O controlo de qualidade do betão é definido como a combinação de acções e decisões, tomadas de acordo com especificações e verificações, que assegura a satisfação das exigências especificadas (Barroso de Aguiar, J.L).

O controlo de qualidade, exigido no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado - REBAP, no Capítulo XIV- Garantia de Qualidade:

- **Controlo de Produção**

O controlo de produção consiste num conjunto de acções exercidas durante a execução da obra com vista a obter um grau razoável de garantia de que as condições que lhe são exigidas serão satisfeitas. Este controlo deve incidir, fundamentalmente, sobre os materiais e sobre o modo como é executada a obra.

As características dos materiais a utilizar devem ser verificadas à chegada ao estaleiro, podendo para este efeito ser tidos em conta eventuais controlos a que tenham sido sujeitos durante a sua produção.

- **Controlo de conformidade**

O controlo de conformidade consiste num conjunto de acções e de decisões efectuadas com base em regras pré-estabelecidas (regras de conformidade que têm em conta os critérios de amostragem e os critérios de aceitação ou rejeição) e destinadas a verificar se a obra cumpre as exigências que lhe são atribuídas, permitindo, em consequência, efectuar um julgamento de conformidade ou de não conformidade. Estas acções devem incidir sobre os materiais, sobre a execução dos trabalhos e sobre a obra terminada.

Segundo Joana de Sousa Coutinho (2000), controlar a qualidade do betão durante a construção é fundamental para garantir a segurança e durabilidade de qualquer estrutura. Existem vários métodos para monitorar e controlar a qualidade do betão ao

longo do processo de construção, o que pode ajudar a identificar e resolver quaisquer problemas antes que se tornem problemas significativos.

Um dos métodos mais críticos para controlar a qualidade do betão é por meio de testes de materiais. Isso inclui testar:

- **Cimento:** Verifique a conformidade com as normas técnicas e armazene adequadamente para evitar a absorção de humidade.
- **Agregados:** Faça testes de granulometria, humidade e limpeza. O controlo da qualidade dos agregados é crucial para a resistência e durabilidade do betão.
- **Água:** Deve ser limpa e potável, sem contaminantes que possam afectar o endurecimento ou a resistência do betão.
- **Aditivos:** Use aditivos conforme necessário e de acordo com as especificações, garantindo que sejam armazenados e manipulados correctamente.

Utilize a dosagem correcta de cimento, agregados, água e aditivos, conforme o traço especificada. As proporções devem ser determinadas por um engenheiro ou técnico qualificado, e a mistura deve ser ajustada com base em testes laboratoriais (Miguel Nepomuceno, 1998).

2.1.1.3.1 Ensaios Realizados para a Resistência do Betão

Para LINEC (2005), O betão também pode ser testado quanto à sua resistência à compressão, que é a medida de sua capacidade de resistir à pressão externa. Esse teste é geralmente realizado em uma amostra de betão curado, e os resultados podem ser usados para garantir que o betão atenda aos requisitos de resistência especificados o outro método de controlar a qualidade do betão também é por meio de ensaio de abatimento também conhecido por *slump test*.

O ensaio de abaixamento *slump test* tem como princípio a compactação de betão fresco no interior de um molde com a forma tronco - cónica. Quando o cone é removido, subindo-o, o abaixamento do betão estabeleça a medida da sua consistência.

2.1.1.3.2 Critérios de Aceitação

Os critérios de aceitação dos ensaios de compressão de betão são estabelecidos para garantir que o betão atenda os requisitos mínimos de resistência especificados para sua

aplicação estrutural. Aqui estão os principais pontos que geralmente são considerados pela norma NP EN 12390 – 3 – 2009 utilizado no nosso país.

- a) **Resistência especificada:** A resistência especificada do betão refere-se à resistência mínima que o betão deve atingir após um determinado período de cura, conforme especificado nas normas aplicáveis.
- b) **Requisito de resistência mínima:** A resistência mínima geralmente é uma percentagem da resistência especificada que é importante considerar a idade de teste ao avaliar os critérios de aceitação.

Tabela 2.1: Classe de betão e intervalos de resistência em diferentes dias;

Classe C16/20:	Classe C20/25:
Resistência aos 3 dias: 6 - 7 MPa	Resistência aos 3 dias: 10 - 15 MPa
Resistência aos 7 dias: 10 - 13 MPa	Resistência aos 7 dias: 16 - 23 MPa
Resistência aos 28 dias: 20 - 25 MPa	Resistência aos 28 dias: 20 - 28 MPa
Classe C25/30:	Classe C30/37:
Resistência aos 3 dias: 12 - 18 MPa	Resistência aos 3 dias: 15 - 22 MPa
Resistência aos 7 dias: 20 - 27 MPa	Resistência aos 7 dias: 25 - 33 MPa
Resistência aos 28 dias: 25 - 35 MPa	Resistência aos 28 dias: 30 - 40 MPa

Fonte: NP EN 206-1.

- c) **Análise estatística:** Em muitos casos, os critérios de aceitação envolvem análise estatística dos resultados dos testes. Isso inclui o cálculo da resistência média e desvio padrão. Os resultados são então comparados com a resistência especificada e requisitos estatísticos, como resistência média alvo.
- d) **Colecta de Dados:** Obter os dados brutos dos testes de compressão de betão realizados. Os dados devem incluir as medições de resistência à compressão obtidas de cada amostra testada.
- e) **Análise Descritiva:** Realizar uma análise descritiva inicial dos dados para entender suas características básicas, como média, desvio padrão.

- **Média**

$$f_{cm} = \frac{\sum f_i}{n} \quad \text{Eq 2.3}$$

Onde:

- f_{cm} é o valor da resistência média do lote de betão, expresso em MPa;
- f_i é o valor das resistências encontradas nas amostras rompidas, expresso em MPa;
- n é o número de elementos rompidos (amostras).

- **Desvio Padrão**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm})^2}{n-1}} \quad \text{Eq 2.4}$$

Onde:

S - é o desvio padrão da dosagem, expresso em MPa;

f_{cm} - é o valor da resistência média do lote de betão, expresso em MPa;

f_i - é o valor das resistências encontradas nas amostras rompidas, expresso em MPa;

n - é o número de elementos rompidos (amostras).

- f) **Interpretação dos Resultados:** Interpretar os resultados estatísticos obtidos, identificando padrões, diferenças significativas, relações entre variáveis, e como essas informações podem ser aplicadas para entender o comportamento do betão em compressão.

Tabela 2.2: Classificação do padrão de controlo dos betões com resistência até 35 MPa.

Padrão de controlo da produção.	Desvio padrão em [MPa]	
	Produzido "in situ"	Produzido em laboratório
Excelente	< 3	< 1,5
Muito bom	3 – 3,5	1,5
Bom	3,5 – 4	1,5 – 2
Satisfatório	4 – 5	2 – 2,5
Pobre	> 5	> 2,5

Fonte: Nepomuceno, M. (1999).

CAPÍTULO III

3 CASO DE ESTUDO: CONTROLO DE QUALIDADE DE ATERROS E BETÃO PRODUZIDO NA OBRA

3.1 Instituição de Estágio

O estágio profissional, no âmbito da culminação do curso de engenharia civil, foi realizado na empresa Nyeleti Engenharia, Lda.

A Nyeleti Engenharia Lda é uma jovem empresa moçambicana que junto com seus directores fundadores, possuem uma experiência acumulada e de trabalho efectivo em Moçambique de 18 anos, concentrando-se em projectos de engenharia multidisciplinar incluindo projectos de arquitectura, tanto no ambiente urbano, quanto o rural.

A Nyeleti Engenharia Lda, tem no seu horizonte os seguintes objectivos estratégicos:

- Desenvolver serviços de consultoria em engenharia de padrão mundial;
- Contribuir através da prática de engenharia, para o desenvolvimento e progresso de Moçambique;
- Unir experiência de especialistas de diferentes países para dar melhor resposta aos desafios colocados;
- Implementar um plano de responsabilidade social da empresa para o benefício das comunidades.

Em caso de necessidade, a Nyeleti Engenharia Lda usa a experiência e a capacidade técnica da sua filial sul-africana, a Nyeleti Consulting Pty Ltd, com uma carteira invejável de projectos de engenharia e de arquitectura, desenvolvidos em todos países da África Austral.



Figura 3.1: Logótipo Oficial da Empresa (Fonte: Nyeleti Engenharia, Lda)

3.2 Localização da Obra

A obra está localizada na província de Gaza, no distrito de Mabalane na localidade de Combomune. O projecto será implantado num terreno com uma área total de 3694,74 m², com seguintes coordenadas geográficas, 23°26'31.91" a Sul e 32°33'37,12" a Este.



Figura 3.2: Localização da obra (Fonte: Google Earth pro).

3.3 Contextualização do Projecto de Posto de Abastecimento de Combustíveis

O presente projecto refere-se à construção de posto de abastecimento de combustíveis. Um projecto de posto de abastecimento de combustíveis, é um plano detalhado para a construção e operação de uma instalação que fornece combustíveis líquidos, para veículos automotores e outros equipamentos que dependem desses combustíveis.

O posto de abastecimento de combustíveis é constituído por seguintes elementos:

3.3.1 Descrição dos Edifícios

Os dois edifícios são definidos por piso único, sendo constituídos por elementos de cobertura, caixilharia, rebocos e pinturas.

3.3.1.1 Edifício Loja de Conveniência

O edifício loja de conveniência é em formato de semicírculo, de fácil construção, com cobertura em laje impermeabilizada provida de quatro ralos e tubos de queda para drenagem de águas pluviais, onde se desenvolvem actividades administrativas e comerciais, e este é composto por gabinete do gerente, loja para venda de produtos, sanitárias para clientes e trabalhadores.

Quanto à solução estrutura o edifício será concebida em:

- **Infra-estrutura**

A estrutura foi concebida em fundação directa, constituída por sapatas isoladas de betão armado com espessura de 0.30m e dimensões em planta na sua maioria 0.70x0.70m, dimensionada para suportar os esforços.

- **Superestrutura**

Os edifícios foram concebidos com lajes maciças com 0.12m. As lajes são apoiadas em vigas de altura 0.30m e as vigas apoiadas em pilares de betão armado com dimensões de 0.20x0.20m. Todos os elementos da estrutura, em betão armado, serão moldados em obra por forma a garantir a continuidade e uma perfeita ligação entre os diversos elementos.

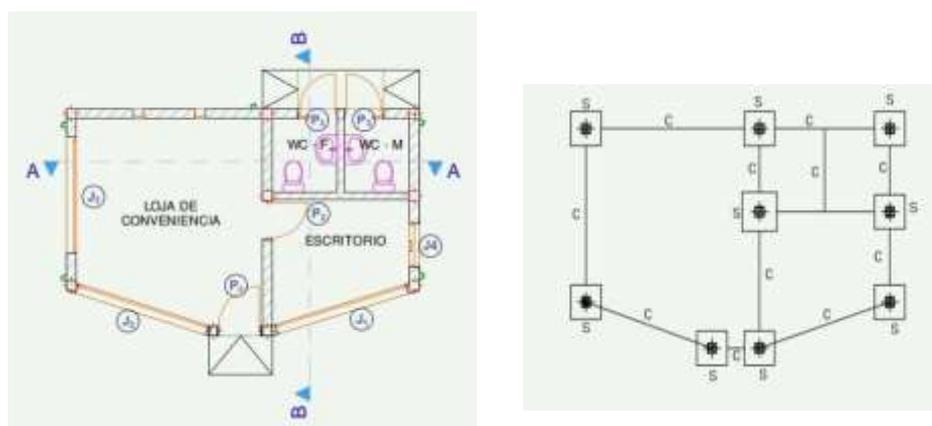


Figura 3.3: Planta arquitectónica e estrutural da loja de conveniências (Fonte: Projecto do PAC).

3.3.1.2 Edifício Casa de Baterias e Depósito Elevado

Este pequeno edifício, é um edifício técnico, que servirá para albergar as baterias acumuladoras que fornecerão a energia para o gerenciamento de sistemas eléctricos.

A torre de depósito elevado é composta por um tanque de 5000 litros para armazenamento de água, e esse reservatório será abastecido pelo furo de água para dar suporte ao PAC, uma vez que não existe uma rede pública de sistema de abastecimento de água.

Quanto a sua solução estrutural, ela será executada em sapatas isoladas com espessura de 0.30m e a sua dimensão em planta é de 0.90x0.90m, a sua superestrutura será executada de laje de 0.12m de espessura com vigas de 0.30m de altura e pilares de 0.20x0.20m.

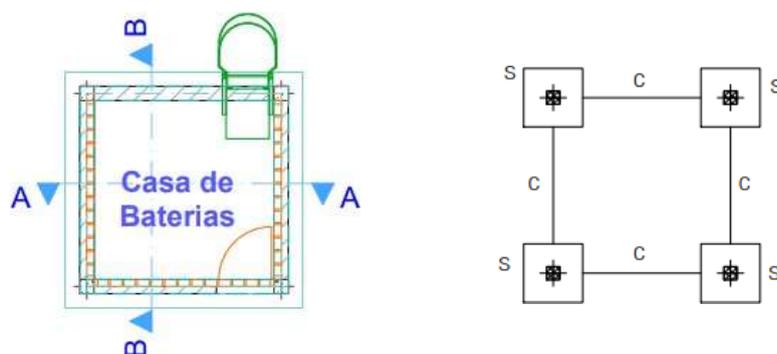


Figura 3.4: Planta arquitectónica e estrutural da casa de baterias (Fonte: Projecto do PAC).

3.3.2 Estrutura para Alpendre (Canopys)

É uma parte essencial do projecto, com a função de proteger a área de abastecimento contra intempéries, como chuva e sol, além de contribuir com a iluminação e segurança do local. Essa cobertura é projectada para ser resistente, funcional e estética, garantindo a integridade dos clientes, veículos e equipamentos, além de facilitar o uso da área de abastecimento.

3.3.2.1 Canopy Principal

A estrutura de cobertura principal é composta por duas vigas principais IPE240 apoiadas sobre os pilares. A fixação de cada viga o pilar é aparafusado e apoiado sobre chapa de reforço. Nessa zona, serão fixados 4 cutelos de reforço em chapa e chapas auxiliares de reforço das abas do perfil I.

Sobre os dois perfis IPE240, serão instaladas as madres de cobertura superior e as madres inferiores de suporte do tecto falso. Estas madres serão fixadas às vigas por chapas com reforço em cutelo devidamente soldadas e estes elementos aparafusados às madres por parafusos. A chapa de cobertura superior será em IBR galvanizada e com ligeira inclinação, em duas águas com caleira no meio.

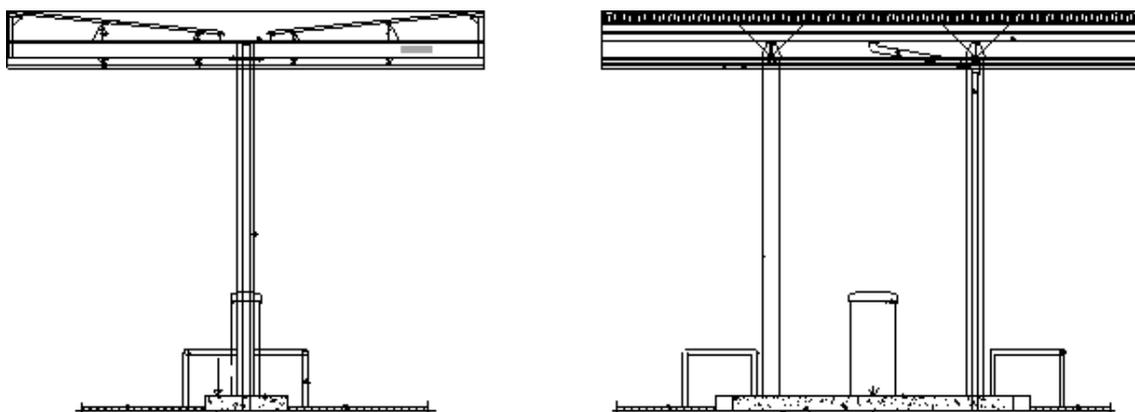


Figura 3.5: Estrutura de canopy principal (Fonte: Projecto do PAC).

3.3.2.2 Canopy Secundário

A estrutura de cobertura deste alpendre composta por duas vigas principais IPE100 apoiadas sobre os pilares. A fixação de cada viga o pilar é soldado e apoiado sobre chapa de reforço. Nessa zona, serão fixados 4 cutelos de reforço em chapa.

Sobre os dois perfis IPE100 serão instaladas as madres de cobertura. Estas madres serão fixadas às vigas por chapas com reforço em cutelo devidamente soldadas e estes elementos aparafusados às madres por parafusos. A chapa de cobertura será em IBR galvanizada e com ligeira inclinação.

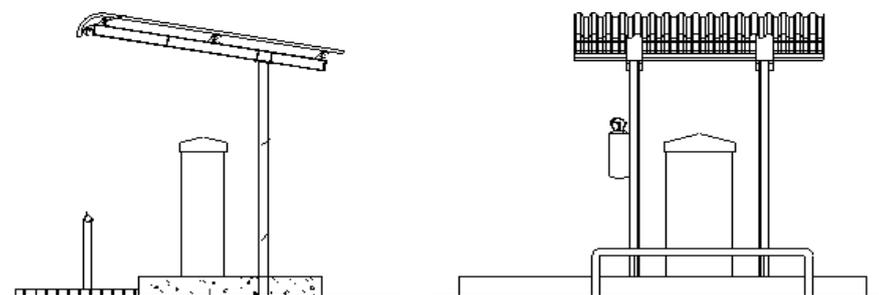


Figura 3.6 - Estrutura de canopy secundário (Fonte: Projecto do PAC)

3.3.3 Depósitos Enterrados

Depósitos enterrados ou tanques subterrâneos são usados para armazenar grandes volumes de combustíveis líquidos. Eles desempenham um papel crucial na operação eficiente e segura de um posto de combustíveis.

Esta estrutura será composta por três tanques metálicos, sendo para gasolina, petróleo e gasóleo, ancorados na laje de fundação da caixa de depósitos enterrados, esta que é essencialmente constituída por uma laje de betão armado na base e no topo, paredes de alvenaria. Na zona de enchimento serão executadas caixas de betão armado para cada um dos tanques e será prevista no topo, uma base em solo-cimento para fazer face ao peso dos camiões cisterna.

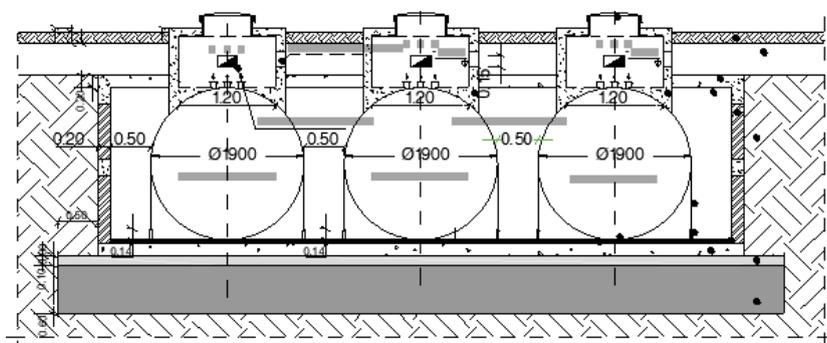


Figura 3.7: Depósitos enterrados (Fonte: Projecto do PAC).

3.3.4 Muro de Vedação

O Perímetro do terreno será vedado nos alçados laterais e posteriores com acesso único pelo alçado frontal.

A vedação terá uma altura total de 1,50m e será em cantoneira metálica, com travamentos em cantoneira, perfil UNP80 em pilares espaçados de 2,00m em 2,00m maciçados na base de betão.

3.3.5 Exteriores

Os trabalhos exteriores, compreenderão a execução de pavimento em pavê para movimentação de veículos e pessoas, valas de drenagem para escoamento de águas pluviais e vala de derrame de óleos na base do conopy principal.

Estão previstas a execução de trabalhos de correcção da erosão (drenos e caixas de inspecção) no terreno circundante à PAC, bem como no interior do mesmo. Os espaços vazios serão preenchidos com relva e plantas ornamentais.

3.4 Entidades e Intervenientes na Empreitada

Dono da obra: FUNAE

Fiscalização: Nyeleti Engenharia Lda

Empreiteiro geral: WEBCAD

Subempreiteiro: LEM (Laboratório de Engenharia de Moçambique)

3.5 Ponto Inicial dos Trabalhos

A obra teve o seu início a 02 de fevereiro de 2024, porém o início do estágio não correspondeu ao início da empreitada, pois o estágio iniciou no dia 29 de janeiro de 2024. Sendo assim, houve tempo necessário de realizar um bom enquadramento e análise do projecto antes de início de qualquer actividade na obra.

3.6 Controlo de Qualidade

O controlo da qualidade tem por objectivo garantir que a obra seja executada de acordo com o projecto e cumprir as especificações do projecto e o regulamento em vigor.

3.6.1 Controlo de Qualidade de Aterros

A definição de controlo de qualidade de execução de aterros, foi alvo de especial atenção logo a partir da fase do projecto, assim foram imediatamente identificados em projecto, as 2 fases principais para a boa execução da obra, a saber:

- **Fase de estudo**

O controle de qualidade de aterros começa muito antes da execução, com uma fase crítica de estudo dos solos. Durante essa etapa, são realizados vários ensaios e análises para garantir que o material do solo a ser usado no aterro tenha as propriedades adequadas para garantir estabilidade, compactação e durabilidade.

Em projecto foram definidos os estudos, metodologias e ensaios a realizar, de forma a garantir a obtenção dos parâmetros de resistência considerados durante a fase do projecto e que garantem a estabilidade e segurança da estrutura.

- **Fase da obra**

Na fase de execução de aterro, o controlo de qualidade é essencial para garantir que o solo esteja sendo compactado e construído de acordo com os requisitos do projecto e normas técnicas. O processo envolve uma série de verificações e ensaios realizados em campo para monitorar a qualidade do material utilizado, as condições de compactação e a estabilidade do aterro ao longo da obra. As principais atividades realizadas durante a fase de obra no controlo de qualidade de aterros são: verificação do material utilizado, controlo de humidade, controlo da espessura das camadas e ensaios de compactação no campo.

Os ensaios para o controlo da compactação são realizados após um determinado número de passagens do equipamento compactador, fixado pelo projectista ou pela fiscalização, após a realização de um trecho experimental. As medições devem ser feitas logo após o final da compactação.

No ensaio *in-situ* foi realizado o controlo da compactação com recurso ao gama densímetro pelo método directo, onde foram realizados os ensaios em 8 pontos por cada camada.

3.5.1.1 Procedimento de Ensaio de Gama com Densímetro

- Equipamento, utilizou-se um densímetro de radiação gama, que inclui uma fonte de radiação gama e um detector. O densímetro foi calibrado para garantir a precisão das medições;
- Posicionamento do densímetro, O densímetro foi colocado directamente sobre a superfície;
- Leitura dos dados, O equipamento fornece uma leitura em tempo real da densidade do material com base na quantidade de radiação detectada. O resultado é mostrado em unidades de densidade, como g/cm^3 .
- Registro e Análise, as leituras são registadas e comparadas com valores de referência de calibração para interpretação e análise.



Figura 3.8: Controlo da densidade e teor de humidade.

1.1.1.2 Resultados

Tabela 3.1: Resultados de ensaios *in-situ* da 3ª camada de aterro

Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P4	150	2211	2066	7.0	97.2	99	
		2273	2120	7.2	99.8		
		2261	2121	6.6	99.8		
P5	150	2234	2098	6.5	98.7	98	
		2209	2076	6.4	97.7		
		2208	2089	5.7	98.3		
P6	150	2235	2095	6.7	98.6	98	
		2226	2088	6.6	98.3		
		2234	2092	6.8	98.4		
P7	150	2200	2077	5.9	97.8	98	
		2209	2082	6.1	98.0		
		2195	2061	6.5	97.0		
P8	150	2228	2082	7.0	98.0	98	
		2230	2086	6.9	98.2		
		2238	2094	6.9	98.5		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)			2125	Compactação (%)	97.0	98.3	99.8
Teor Óptimo de Humidade (%)			7.8	Teor (%)	5.7	6.6	7.2

Fonte: Ensaios laboratorial LEM.

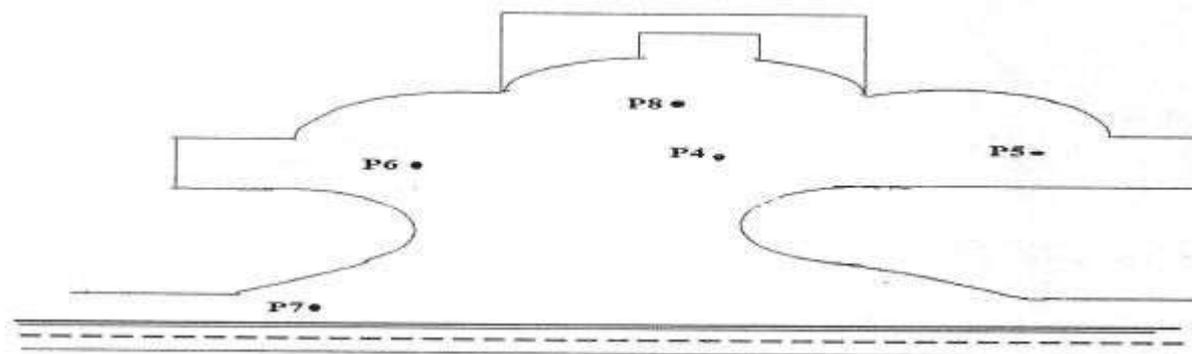


Figura 3.9: Localização dos pontos de ensaio da 3ª camada

Como as especificações não fixam intervalos de humidade e de densidade seca a serem obtidos, mas um desvio de humidade em relação à humidade óptima. Só é fixado um grau mínimo de compactação ($GC > 95\%$). Esta prática decorre do facto de que, numa área de empréstimo, o solo sempre apresenta alguma heterogeneidade.

a) Compactação Requerida

O projeto exige uma compactação mínima de 95%. Comparando esse requisito com os resultados obtidos:

- **Compactação Relativa Média:** A compactação média obtida em todos os testes varia entre 98% e 99%, o que está bem acima do valor requerido de 95%. Isso indica que o solo compactado atingiu níveis adequados e superiores às exigências.
- **Compactação Relativa Mínima e Máxima:** Os valores mínimos de compactação para cada teste não caem abaixo de 97%, o que está acima do valor mínimo requerido de 95%. O valor máximo de compactação chega a 99.8%, o que demonstra que em algumas áreas, o solo foi compactado até o limite próximo da densidade máxima possível.

b) Teor de Humidade

O teor óptimo de humidade é de 7.8%, e os valores medidos nos testes variam entre 5.7% e 7.2%:

- **Mínimos:** O teor mínimo de 5.7% (Testes P6 e P7) indica que o solo estava ligeiramente mais seco que o ideal, mas ainda assim a compactação foi mantida acima de 97%.
- **Máximos:** Os teores máximos não excedem 7.2%, ficando abaixo do teor ótimo de 7.8%, mas mesmo assim o solo foi compactado adequadamente.

c) Conclusão

Os resultados mostram que o solo foi compactado de forma eficaz em todos os testes, superando o requisito de 95% de compactação. Apesar de algumas variações no teor de humidade, estas não afetaram negativamente a compactação. Portanto, o solo compactado atende e até excede os requisitos do projeto.

Para as camadas compactadas no terreno como mostra o ANEXO II de dados de grau de compactação requerido e o alcançado assegura que a estrutura será capaz de suportar as cargas previstas e resistir às condições ambientais ao longo de sua vida útil porque satisfaz os critérios de qualidade desejada em todos pontos de cada camada.

3.6.2 Controlo de Qualidade de Betão Produzido em Obra

Controlar a qualidade do betão durante a construção é fundamental para garantir a segurança e durabilidade de qualquer estrutura. Existem vários métodos para monitorar e controlar a qualidade do betão ao longo do processo de construção, o que pode ajudar a identificar e resolver quaisquer problemas antes que se tornem problemas significativos.

3.6.2.1 Ensaio Realizado no Controlo de Qualidade de Betão

De forma a garantir certas propriedades fundamentais para o betão tal como a resistência mecânica e a durabilidade foi realizado o ensaio de compressão dos cubos.

3.6.2.2 Equipamento utilizado

- Moldes em conformidade com a EN 12390-1 (cubos 150x150mm);
- Dispositivo de compactação do betão (vibrador de agulha com uma frequência mínima de 120Hz, varão de compactação de secção transversal circular ou barra de compactação);
- Colher de trolha;
- Pá;
- Maço de borracha.

3.6.2.3 Procedimento para Ensaio de Compressão dos Cubos

- Utilizou-se moldes de aço com dimensões padronizadas de 150 mm x 150 mm x 150 mm, e foi despejado o betão com ajuda da colher de pedreiro em camadas garantindo a compactação adequada de cada camada para eliminar bolhas de ar onde foi necessário o uso de vibrador.
- Identificaram-se as amostras com a data e anos, e deixou-se secar por 24 horas.
- Após os 24h, tempo necessário para a cura, foi feito o desmolde dos cubos e de seguida, mantem-se os cubos em um ambiente húmido até o momento do ensaio para evitar secagem precoce.
- Cada amostra recolhida, produziam-se 12 corpos de prova, que foram ensaiados no laboratório e rompidos 4 por cada dia aos 7, 14 e 28 dias.



Figura 3.10: Colheita de amostras de cubos de betão.

Tabela 3.2: Resultados da avaliação dos cubos de ensaio de fundação;

Elemento estrutural	Idade de betão (Dias)	Resistência a compressão (Mpa)	Média (fcm)	Resultados
	Fundações	9	25,0	
23,9				
20,5				
22,3				
14		19,8	23,0	Verifica
		25,8		
		24,8		
		21,5		
28		31,1	29,3	Verifica
		29,1		
		32,0		
		25,0		

Fonte: resultados dos ensaios da LEM

3.6.2.4 Resultados

- **Fundações**

Tabela 3.3: Resultados de ensaio de compressão de betão.

	9 dias	14 dias	28 dias
Tensão de rotura maior (Mpa)	25.0	25.8	32.0
Tensão de rotura menor (Mpa)	20.5	19.8	25.0
Média (Mpa)	22.9	23.0	29.3
Desvio padrão (Mpa)	1.96	2.80	3.11

a) Interpretação

- **7 dias:** A resistência do concreto aos 7 dias é um importante indicador da evolução da cura, devendo alcançar aproximadamente **60-70% da resistência final**. Observando os valores na tabela, eles variam entre **14.2 MPa** e **15.4 MPa**, o que representa uma boa evolução, já que corresponde a cerca de **71-77%** da resistência alvo de 20 MPa.
- **14 dias:** A resistência aos 14 dias geralmente se aproxima de **80-90% da resistência final**. Os valores apresentados aqui estão entre **17.3 MPa** e **18.5 MPa**, o que representa cerca de **86-92%** da resistência requerida de 20 MPa, indicando que o betão está seguindo uma boa curva de desenvolvimento.

- **28 dias:** Este é o marco mais importante, pois a resistência característica do betão deve ser atingida nesta idade. Os valores nesta linha variam entre **19.9 MPa** e **21.4 MPa**, todos dentro do esperado para um betão da classe B20. A resistência mínima é muito próxima de 20 MPa, o que indica que o betão atingiu o requisito especificado no projeto.

b) Conclusão

Os resultados de resistência à compressão mostrados indicam que o betão está se comportando conforme o esperado para um betão B20. A resistência aos 28 dias atingiu ou até ultrapassou ligeiramente o valor de 20 MPa, o que está em conformidade com os requisitos do projecto. Além disso, a evolução da resistência ao longo do tempo (7 e 14 dias) está em linha com o comportamento típico do betão, o que sugere que a cura e as condições de produção estão adequadas.

Com base na tabela 2.2, os valores de desvio padrão para o betão das fundações encontram-se na faixa dos menor que 3 para o betão nos seus 9 a 14 dias e aos seus 28 dias a sua faixa mudou já é maior que 3 para o betão produzido em obra pelo que esse se classifica como muito bom.

Como o controlo de qualidade tem a função principal de garantir que os produtos atendam ou até superem as expectativas, a classe do betão obtida em obra supera aquilo que é o esperado (classe B20).

Para determinar a classe de betão, é comum utilizar a resistência à compressão característica (f_{ck}) aos 28 dias. As medições feitas fornecem que, aos 28 dias, a resistência é de 29,3 Mpa, portanto, a C25/30, que indica que o betão possui uma resistência à compressão mínima de 25 MPa.

CAPÍTULO IV

4 DESCRIÇÃO DE OUTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS NA OBRA

O acompanhamento diário dos trabalhos foi realizado recorrendo ao projecto da obra e também com base em registos fotográficos, de forma a documentar e comprovar os trabalhos executados.

Quadro 4.1: Resumo das actividades desenvolvidas durante o estágio profissional

Semana	Actividades
19 – 25 de Fevereiro de 2024	Realização de destronca e limpeza na área a implantar a obra; Realização da decapagem;
04 de Março a 14 de Abril de 2024	Movimento de solos na câmara de empréstimo; Espalhamento dos solos e nivelamento; Rega dos solos; Compactação;
15 de Abril a 02 de Junho de 2024	Escavação, regularização das fundações; Produção das armaduras das sapatas de fundação; Produção de bloquetes para recobrimento; Aplicação de anti-térmita em fundações; Aplicação de solo-cimento em fundações; Produção de armaduras de pilares; Betonagem das sapatas
05 a 8 de Junho de 2024	Assentamento de blocos maciçados até a laje do pavimento; Colocação de positivos de electricidade e hidráulica; Aterro de solos e compactação na caixa de pavimento; Colocação de enrocamento e Regularização da superfície;

	Colocação de manga plástica; Colocação de armaduras e espaçadores; Betonagem
10 a 15 de Junho de 2024	Preparação das armaduras dos pilares; Colocação dos espaçadores Cofragem Betonagem
17 a 29 de Junho de 2024	Assentamento de alvenarias Preparação e colocação de armaduras das vigas; Cofragem Colocação dos espaçadores Betonagem;
01 a 13 de Julho de 2024	Cofragem da laje Colocação dos espaçadores Preparação de armaduras laje Colocação dos negativos para instalação eléctrica Betonagem

4.1 Movimento de Terra

4.1.1 Controlo de Aterros

Durante a realização de aterros, eram controlados os seguintes parâmetros consoante as actividades:

Quadro 4.2: Controlo de conformidade de aterros.

Tipo		Parâmetro
Solos provenientes da câmara de empréstimo		<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico Teor de humidade
Processo de compactação de solos no campo	Deposição de solos	<ul style="list-style-type: none"> • Espessura solta; • Nivelamento.
	Rega	<ul style="list-style-type: none"> • Humidade uniforme em toda superfície.
	Compactação	<ul style="list-style-type: none"> • Número de passagens;

		<ul style="list-style-type: none"> • Espessura final.
	Humidade e Densidade	<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico; • Teor de humidade.

4.1.2 Limpeza e Regularização dos Solos

A limpeza do solo consiste na remoção de obstáculos e elementos indesejáveis, como vegetação, pedras, entulho e resíduos. Este processo pode ser feito manualmente ou com o auxílio de maquinaria, dependendo da dimensão e complexidade do terreno. A limpeza é essencial para evitar problemas futuros durante a execução de obras.

Em obra o trabalho de limpeza de terreno foi realizado com auxílio de equipamento como mostra a figura abaixo.



Figura 4.1: Limpeza do terreno

4.1.3 Nivelamento da Superfície e Espalhamento de Solos

Antes de qualquer actividade de terraplenagem foi necessário a mobilização dos equipamentos e o teste dos mesmos para verificar a sua funcionalidade.

E seguiu a fase de preparação da superfície onde a primeira camada de solo proveniente da câmara de empréstimo irá assentar, onde certificou-se de que a superfície onde o solo será depositado esteja livre de detritos e obstruções.

Ademais, com recurso a equipamentos de terraplenagem como a pá-escavadora e niveladora foi possível em obra garantir o nivelamento adequado para as camadas a compactar.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação da espessura da camada solta a espalhar.

A espessura da camada solta a espalhar deve ser compatível com a espessura final, que geralmente é estabelecida em projecto, na obra foi depositado uma espessura de 22 a 23 cm de solo solto que resultou numa camada de 15 cm de solo compactado.



Figura 4.2: Nivelamento do terreno.

4.1.4 Rega de Solos

A rega em obra foi conseguida por irrigação, com base no camião cisterna, onde foi regularizada a velocidade do camião e controlado por um operário de lado de fora para verificar e garantir a humidade em toda superfície que o camião cisterna passou, seguida de revolvimento mecânico do solo de maneira a homogeneizá-lo.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação da irrigação e humidade de solos em toda extensão a compactar.

A humidade do solo deve estar dentro da faixa ideal para a compactação, solos muito secos ou muito húmidos podem dificultar a compactação, porque no caso de excesso de humidade pode atrasar o tempo de actividade da obra por procurar um mecanismo para diminuir a humidade no material que pode levar a não alcançar o grau de compactação desejada.



Figura 4.3: Rega de solos.

4.1.5 Compactação, Controlo de Humidade e Densidade

Uma compactação tem como finalidade aumentar a resistência por meio da redução do espaço entre as partículas da estrutura do solo, tornando a movimentação mais difícil, esse resultado é alcançado considerando as características de cada solo, o teor de humidade e o índice de vazios.

Durante essa actividade na obra, com a passagem do rolo compactador constatou-se que em algumas zonas o equipamento não conseguiu alcançar pela existência de pequenos poços no processo de compactação, portanto a fiscalização garantiu que a cada primeira passada do equipamento, mobilizar-se a niveladora para nivelar o terreno, daí segue-se as passagens sucessivas do rolo compactador, foi desse jeito que se garantiu a compactação uniforme em obra para cada camada. E feita a sua verificação após a compactação em diversos pontos da área a compactar com o uso de densímetro nuclear.



Figura 4.4: Compactação de solos.

4.1.6 Escarificação

Depois da compactação de cada camada, uma vez que foi preciso ser sobreposta por outra camada, foi necessário a escarificação que cria uma superfície que ajuda na aderência entre as camadas, prevenindo problemas como deslizamentos entre camada.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação da profundidade da escarificação da camada.

E assim foi o processo de compactação de todas as camadas de aterro na obra até se atingir a cota desejada do projecto.



Figura 4.5: Escarificação da camada.

4.2 Controlo de Execução da Estrutura

Durante a realização da estrutura resistente, eram controladas as seguintes características (parâmetros) consoante a actividade:

Quadro 4.3: Controlo de conformidade da estrutura.

Tipo	Parâmetros
Elementos construtivos	Geometria; Dimensões; Implantação;
Cofragem	Dimensões das secções; Limpeza da secção; Estanquidade; Fácil desmoldar; Disposição e montagem do escoramento; Tempo de desconfrangem;
Armaduras	Distribuição das armaduras; Espaçamento e diâmetros; Recobrimentos; Sobreposições; Classe das armaduras; Qualidade do ferro;
Betonagens	Classe do betão; Espessura das betonagens; Recobrimento das armaduras; Nivelamento de superfícies;

	Vibração; Cura adequada; Acabamento;
--	--

As acções de vistoria eram de frequência diária e acompanhavam o progresso dos trabalhos. Em caso de detecção de alguma não conformidade com os respectivos projectos de estruturas, a situação era comunicada de forma imediata ao empreiteiro. Caso fosse necessário, os trabalhos eram interrompidos até à correcção da situação.

4.3 Fundações

As fundações são elementos fundamentais em qualquer construção, pois são responsáveis por transmitir as cargas da estrutura para o solo de forma segura e estável, e existe dois tipos de fundações, que são fundações superficiais adequadas para construções leves ou solos firmes e fundações profundas usadas quando o solo superficial não é capaz de suportar as cargas da estrutura ou quando é necessário alcançar camadas mais resistentes do solo.

Para a obra, recorreu-se as sapatas isoladas que são um tipo comum de fundação usada em construções, especialmente em edifícios de pequeno e médio porte. Elas consistem em elementos de betão armado que distribuem a carga da estrutura para o solo.

Aqui estão os passos garantidos pela fiscalização em obra para uma boa execução das fundações:

4.3.1 Abertura de Cabouco para as Fundações

A abertura de caboucos para a fundação geralmente se refere à escavação do solo para preparar o local onde a fundação será construída, e aqui estão os passos comuns envolvidos nesse processo para a obra em todos os edifícios, depósito enterrado e canopys:

a) Planeamento

Antes de começar a escavação, foi importante se fazer um planeamento detalhado do local da obra, que se levou em consideração o projecto estrutural, as dimensões da fundação, as condições do terreno.

b) Marcação do Local

O local exacto das fundações foi marcado no terreno com base no projecto, usando estacas e marcas visuais para indicar onde a escavação deve ocorrer pelo método de tabuas corridas.

c) Escavação

Com o local marcado, a escavação começou com a remoção do solo até atingir a profundidade necessária para a fundação de acordo com as especificações do projecto.



Figura 4.6: Abertura de caboucos em fundações isoladas e corridas.

4.3.2 Preparação de Armaduras

As armaduras foram preparadas conforme indica as dimensões das sapatas no projecto, diâmetros e espaçamento entre as armaduras, e foram posicionadas nas fundações para reforçá-las contra esforços de tracção e compressão. Elas desempenham um papel crucial na resistência e estabilidade das fundações.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- A classe do aço;
- O número de varões, o seu diâmetro e o espaçamento entre os varões.

4.3.3 Mistura de solo-cimento para Base de Fundações

A mistura de solo-cimento proporciona uma base sólida e estável para fundações, aumentando a capacidade de carga do solo nativo e proporcionando maior resistência à compressão. Essa mistura foi aplicada na base dos depósitos enterrados e canopys.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação da percentagem de solo-cimento.

A mistura de solo-cimento na obra foi feita com uma percentagem de 5%, onde foi determinada essa percentagem da seguinte maneira, em cada 10 carrinhas de mão corresponde a 1 saco de cimento.

Após a aplicação da mistura de solo-cimento, ela foi compactada usando equipamentos de compactação. A compactação é essencial para garantir que o solo-cimento atinja a densidade necessária para suportar as cargas da estrutura.

4.3.4 Cofragem e Armação das Sapatas

A cofragem das sapatas foi realizada através de madeiras laterais. Para que resistissem aos esforços que ocorrem na betonagem, as madeiras foram escoradas (contra o terreno).

No processo da cofragem foi necessário proceder à verificação de alguns parâmetros de controlo de conformidade relativamente à cofragem dos elementos da fundação garantido pela fiscalização, tais como:

- Resistência e rigidez dos elementos;
- Dimensões das fundações;
- Limpeza dos elementos de cofragem.

4.3.5 Betonagem das Fundações Isoladas e Corridas

Antes da betonagem da sapata, foram deixadas armaduras dos pilares. Estas armaduras têm logo a altura necessária para o piso, sempre antes da execução da cofragem do pilar.

No processo de betonagem, procedeu-se à verificação dos seguintes parâmetros de controlo de conformidade por parte da fiscalização:

- Espessura das sapatas;
- Recobrimento das armaduras;
- Vibração do betão;
- Nivelamento das superfícies.

De modo a realizar uma verificação cuidada recorreu-se ao uso da fita métrica no intuito de verificar a espessura da betonagem assim como o recobrimento das armaduras. O nivelamento das superfícies foi verificado usando um nível.



Figura 4.7: Betonagem de sapatas corridas e isoladas.

4.4 Assentamento de Blocos amaciçados na Caixa de Pavimento

O assentamento de blocos amaciçados nas fundações é uma técnica de construção utilizada para garantir uma base sólida e estável para edificações.

Durante o assentamento a fiscalização garantiu que os blocos amaciçados fossem cuidadosamente colocados sobre a fundação preparada e que estejam alinhados correctamente para garantir que a carga seja distribuída de maneira uniforme.

4.4.1 Betonagem da Laje de Pavimento

Antes da betonagem da caixa de pavimento foi necessário realizar-se alguns trabalhos na caixa de pavimento tais como:

- I. Colocação e compactação de solo de empréstimo com uma espessura de 30 cm em camadas de 15 cm;
- II. Colocação e compactação de enrocamento em pedras com espessura de 10 cm;
- III. Colocação de areia fina com espessura de 5 cm;
- IV. Colocação de manga plástica para evitar a passagem de água e humidade.

Uma vez que essa laje não precisa de cofragem na base, a fiscalização garantiu o seguinte na sua execução:

- A colocação de armaduras e os devidos espaçamento para garantir o recobrimento;
- O traço para garantir a classe do betão pretendido pelo projecto:

- Vibração do betão no momento da betonagem.



Figura 4.8: Betonagem da laje de pavimento da loja de conveniências e casa de baterias.

4.5 Pilares

Os pilares são elementos estruturais verticais fundamentais em construções que suportam cargas verticais e transmitem essas cargas para as fundações. Os pilares são projectados para suportar cargas verticais, incluindo o peso da estrutura, cargas vivas (como pessoas e mobiliário) e cargas ambientais (como vento e sismo).

Os edifícios são constituídos por pilares de secção (20x20), todos com a mesma altura, que suportam a viga e laje. Estes elementos foram executados em betão armado de classe B20 (C16/20), e aço da classe A400.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- O recobrimento;
- Verticalidade de armaduras;
- Horizontalidade de armaduras transversais;
- Limpeza dos elementos da cofragem;
- Vibração do betão.

4.5.1 Processo de execução de pilares

- Antes de tudo, foi essencial verificar o projecto estrutural, onde são indicadas as dimensões e a armadura necessária para os pilares;
- O local onde os pilares serão construídos foi limpo e preparado, incluindo a colocação de espaçadores, verificação das verticalidades dos varões e horizontalidade dos estribos;

- As formas são estruturas temporárias que moldam o betão, elas foram montadas de forma segura e alinhada, garantindo que os pilares tenham a forma e dimensões corretas;
- Após a instalação da cofragem, o betão foi preparado e vertido nas formas e vibrado para eliminar bolhas de ar e garantir uma boa compactação;
- Após a betonagem, o pilar cura adequadamente para garantir que o betão atinja a resistência desejada;
- Depois que o betão atinge a resistência necessária, as formas foram removidas.



Figura 4.9: Cofragem dos pilares.

4.6 Vigas

São elementos estruturais que suportam cargas e ajudam a distribuir o peso de uma estrutura, como um teto ou um andar superior. As vigas são essenciais para garantir a estabilidade e a segurança de edifícios e outras construções.

- a) Quanto à sua forma

Vigas rectas que têm um perfil linear.

- b) Quanto ao material

Vigas de betão armado que são amplamente utilizadas em construções.

- c) Quanto ao tipo de apoio

Vigas simplesmente apoiadas que se apoiam em dois pontos, sem restrições de movimento.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- O recobrimento;
- Horizontalidade de armaduras;
- Verticalidade de armaduras transversais;
- Limpeza dos elementos da cofragem;

- Vibração do betão no momento da colocação no molde.

4.6.1 Processo de Execução de Vigas

- Antes de tudo, foi necessário ter um projecto estrutural bem definido, que inclui as dimensões e a armadura necessária para as vigas;
- Limpeza do local onde as vigas foram executadas e preparadas, Isso inclui a remoção de detritos;
- As formas (ou moldes) foram montadas para dar a forma desejada às vigas.
- As armaduras são colocadas dentro da forma consoante o projecto, e garantir que o número de varões e espaçamento estejam correctos e a colocação de espaçadores para garantir o recobrimento;
- O betão foi preparado e vertido nas formas, cobrindo completamente a armadura e vibrado para eliminar bolhas de ar e garantir uma boa compactação;
- Após a betonagem, o betão precisa curar adequadamente, isso envolveu a manutenção da humidade;
- Depois que o betão atingiu a resistência necessária, as formas foram removidas com cuidado para não danificar a viga.



Figura 4.10: Cofragem de vigas.

4.7 Lajes

Lajes são elementos laminares, normalmente planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira, sendo esta denominada espessura, com a função de suportar as cargas verticais (permanentes e variáveis) nele aplicadas, solicitado predominantemente à flexão.

Destinam-se a receber a maior parte das acções aplicadas numa construção (cargas permanentes e sobrecargas) e transmiti-las aos apoios.

a) Quanto à Geometria

Lajes Planas São lajes que têm uma espessura constante e são geralmente rectangulares e podem ser apoiadas em vigas ou paredes.

b) De acordo com o tipo de apoio

Lajes vigadas (apoiadas em vigas);

c) De acordo com Modo de Flexão Dominante (funcionamento)

Armadas em duas direcções (em cruz).

d) De acordo com o modo de fabrico

Betonadas “*in-situ*”;

Os edifícios serão concebidos em lajes maciças com espessuras 12 cm betonados “*in-situ*”. As lajes são apoiadas em vigas e distribuindo as cargas em pilares também de betão armado.

4.7.1 Cofragem

A cofragem é o conjunto de formas e suportes utilizados para moldar o betão durante a construção de estruturas, como paredes, vigas e lajes. O objectivo da cofragem é manter o betão na forma desejada até que ele atinja resistência suficiente para se sustentar por conta própria.

Os principais elementos para a sua execução foram os seguintes: os prumos, longarinas (vigas), e painéis de cofragem.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- Fixação dos prumos;
- Rigidez e estabilidade dos prumos;
- Nível e alinhamento da cofragem.

4.7.1.1 Procedimento para a sua montagem

- Definição do local onde serão colocados os prumos;
- Colocação dos prumos com a altura correcta;

- Colocação das longarinas (vigas) apoiadas nos topos dos prumos e o respectivo nivelamento;
- Montagem dos painéis de cofragem



Figura 4.11: Cofragem da laje.

4.7.2 Colocação de armaduras

a) Preparação

Antes de mais nada a área onde será feita a betonagem, foi feita a verificação das dimensões e posicionamento da laje conforme o projecto.

b) Montagem das armaduras

Foi feita a colocação das armaduras de acordo com o projecto e posicionamento dos mesmo conforme as especificações de recobrimento e espaçamento e com devida empalme correto para garantir a integridade estrutural.

Nesta fase, a fiscalização procedeu à verificação de alguns parâmetros tais como:

- O diâmetro;
- Os empalmes;
- Espaçamento.



Figura 4.12: Colocação de armaduras na laje.

4.7.3 Betonagem

A betonagem da laje foi executada com recurso ao betão produzido *in-situ*.

No processo de betonagem, a equipe de fiscalização garantiu que os seguintes cuidados eram tomados:

- A vibração do betão era feita de modo a não provocar a segregação e feita com instrumentos próprios para o efeito. Durante este processo, houve um especial cuidado em não danificar as cofragens.
- Não se podia solicitar muito a armadura nem a vibrar muito, pois o espaçador poderia sair do lugar, ficando a armadura sem o recobrimento necessário.

4.7.3.1 Processo de execução da laje

Enquanto o betão era colocado, um dos operários media a altura do betão à medida que vibravam e alisavam a superfície. Teve de se garantir que o vazamento do betão não era feito de grandes alturas.



Figura 4.13: Betonagem da laje.

4.8 Desconfrangem

Iniciou-se a desconfrangem pelas zonas menos esforçadas e passados alguns dias, depois de o betão ter ganho maior resistência, desconferou-se o resto dos moldes.

Esta tarefa resumiu-se basicamente aos seguintes procedimentos:

- Retirada dos prumos, iniciando pelos prumos do centro para os extremos;
- Retirada das vigas principais e secundárias;
- E por fim, retiraram-se os painéis de cofragem.

Tabela 4.1: Prazos mínimos de desconfrangem.

Moldes e Escoramentos	Tipo de Elemento		Prazo (dias)
Moldes e Faces Laterais	Sapatas, Vigas, Pilares, Paredes		3
Moldes de Face Inferiores	Lajes	≤ 6 m	7
		≥ 6 m	14
	Vigas		14
Escoramentos	Lajes	≤ 6 m	14
		≥ 6 m	21
	Vigas		21

Fonte: REBAP, artigo 153º

Além das actividades referentes à execução da estrutura resistente do edifício, durante o período de estágio foi possível acompanhar outras actividades referentes às especialidades tais como electricidade e hidráulica.

4.9 Electricidade

Após a montagem das armaduras e antes da betonagem da laje, procedeu-se à montagem das tubagens de electricidade na laje de pavimento e de cobertura.

4.10 Hidráulica

Antes da betonagem da laje de pavimento, se iniciava os trabalhos de instalação das tubagens de abastecimento e de drenagem das águas residuais domésticas.

As acções de vistoria sobre a execução das redes prediais incluíam verificações ao nível do tipo de material utilizado, diâmetros, alinhamento e inclinação da tubagem. Tais acções tinham como base os projectos de especialidade previamente estudados e licenciados.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

- A revisão dos conceitos de controlo de qualidade, baseada em diversas bibliografias, destacou a importância de padrões rigorosos para garantir a segurança e durabilidade das estruturas. Essa fundamentação teórica proporcionou uma base sólida para a implementação de práticas eficazes de fiscalização nas obras.
- A análise do projecto evidenciou a necessidade de um controlo de qualidade rigoroso para garantir conformidade com normas técnicas e de segurança. A fiscalização adequada durante a execução das actividades assegurou a utilização de materiais e técnicos apropriados, contribuindo para a durabilidade da estrutura e a segurança dos usuários.
- A descrição do processo de execução das actividades e os parâmetros de controlo garantidos pela fiscalização em obra demonstraram a eficácia das práticas de supervisão e monitoramento. A fiscalização contínua assegurou a conformidade com as especificações do projecto, resultando em uma execução mais eficiente e segura.
- A implementação do plano de controlo de qualidade para aterros e betão produzido na obra revelou-se crucial para atender os requisitos técnicos estabelecidos. A análise dos ensaios de resistência do betão e a verificação da compactação do solo garantiram que as condições mínimas exigidas pelas normas fossem alcançadas, contribuindo para a integridade estrutural do projecto.

Desta forma, a fiscalização e o estudo de controlo de qualidade de aterros e betão na construção do Posto de Abastecimento de Combustíveis na Província de Gaza, distrito de Mabalane, na Localidade de Combomune, mostraram-se fundamentais para garantir a conformidade com as normas de segurança e durabilidade exigidas para este tipo de infra-estrutura. As práticas de monitoramento implementadas, aliadas à análise rigorosa dos materiais utilizados, asseguraram que as especificações do projecto fossem atendidas, resultando em uma construção robusta e capaz de suportar as exigências operacionais esperadas.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Após a observação tida ao longo do período do estágio profissional e o estudo de caso do controlo de qualidade de aterros e betão, para projectos futuros, o candidato recomenda:

- A mobilização completa dos equipamentos e verificação da sua funcionalidade antes do início das actividades;
- Contratação de pessoal especializado para as referidas actividades por forma a garantir o ganho de qualidade e tempo;
- De modo a evitar tempos mortos, esperando por alguns materiais necessários na obra, o processo de aquisição destes materiais deve ser iniciado antes de haver a necessidade de uso dos mesmos;
- Realização de ensaios de resistência do betão endurecido aos 3 dias, de modo a permitir uma previsão mais rápida da resistência que o betão irá alcançar aos 28 dias, caso seja necessário uma intervenção correctiva;
- Melhoria das condições de trabalho e de segurança dos trabalhadores na obra.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AASHTO 2021 – T 99, Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5-kg (5.5-lb) Rammer and a 305-mm (12-in.).
2. ABNT. 1986 - NBR 7182/86 - Ensaio de Compactação - Procedimento. Rio de Janeiro-RJ.
3. ABNT. 2016 - Ensaio de compactação – NBR 7182. Rio de Janeiro, Brasil, 10pp. Incorpora a Errata 1.
4. CAPUTO, H. 1988 – Mecânica dos solos e suas Aplicações Fundamentos. Vol1. 6ed.
5. DE MILITO, J. A. 1998 - Técnicas De Construção Civil E Construção De Edifícios. São Paulo.
6. <https://funae.co.mz/incentivo-geografico-estimula-oferta-de-combustiveis-nas-zonas-rurais/>.
7. L.N.E.C. E 1978 – Ensaio de compactação. LNEC, Lisboa.
8. Nepomuceno, M (1999). - Estudo da composição de betões, PAPCC, UBI.
9. NP EN 12390 – 3 – 2009 – Ensaio do betão endurecido. Resistência compressão de provetes.
10. NP EN 12390. 2009 - Ensaio do betão endurecido. Execução e cura de provetes para ensaios de resistência mecânica.
11. REBAP - Regulamento de Estruturas de Betão Armado e pré-esforçado.

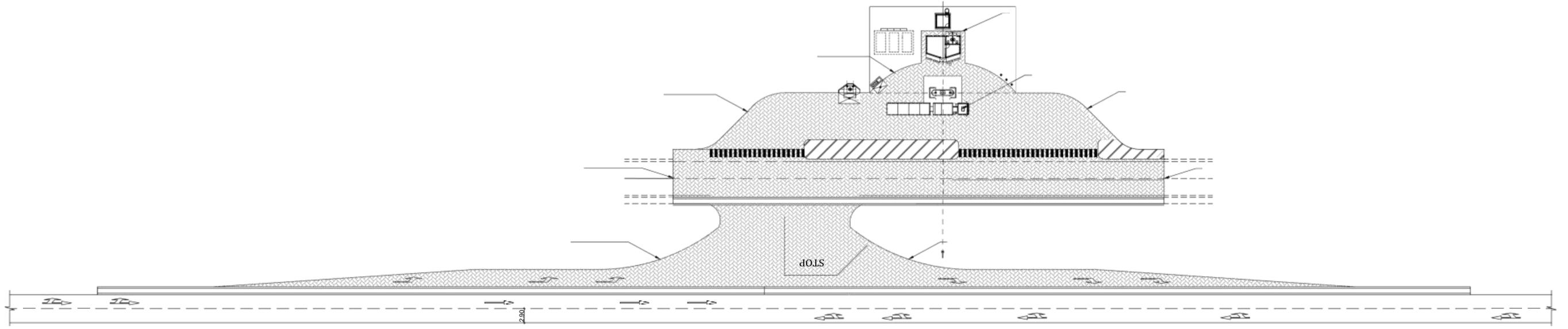
7 ANEXOS

Anexo 1: *Layout* em planta de posto de abastecimento de combustíveis

Anexo 2: Resultados de ensaios de compactação de solos no campo

Anexo 3: Resultados de ensaios de compressão de cubos de betão

Anexo 1: *Layout* em planta de posto de abastecimento de combustíveis



Anexo 2: Resultados de ensaios de compactação de solos no campo

2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados dos ensaios, são apresentados nas tabelas 2 a 10.

Tabela – 2: Resultado do ensaio de compactação normal

REFERÊNCIA		DESCRIÇÃO	UND.	RESULTADO OBTIDO				
LEM, IP	Cliente	Determinações	(n°)	1	2	3	4	5
		Teor de humidade	(%)	3.8	5.8	7.8	9.8	11.9
N° 0529-1	Câmara de empréstimo	Baridade seca	(kg/m ³)	1998	2078	2125	2052	1938

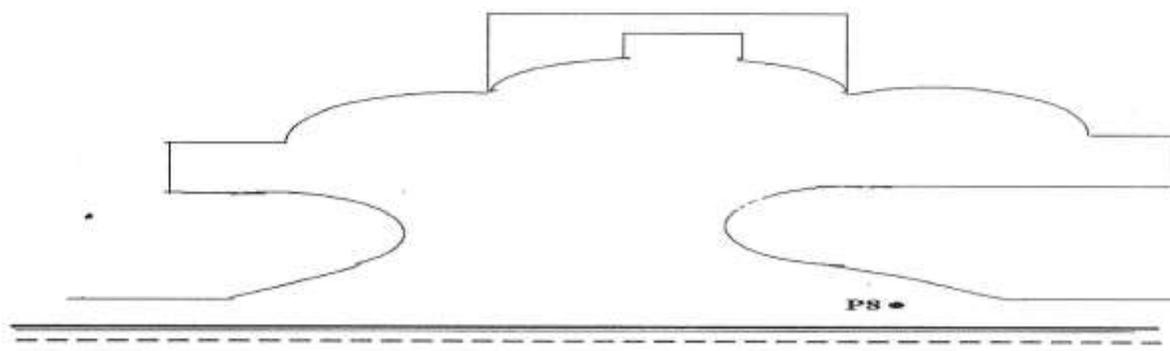
Curva de Compactação

Teores em água (%)	Baridades secas (kg/m³)
3.8	1998
5.8	2078
7.8	2125
9.8	2052
11.9	1938

Densidade Máxima Seca (kg/m ³)	2125
Teor Óptimo de Humidade (%)	7.8

Tabela – 3: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 26/03/24, na 1ª camada do aterro, de acordo com o mapa 1.

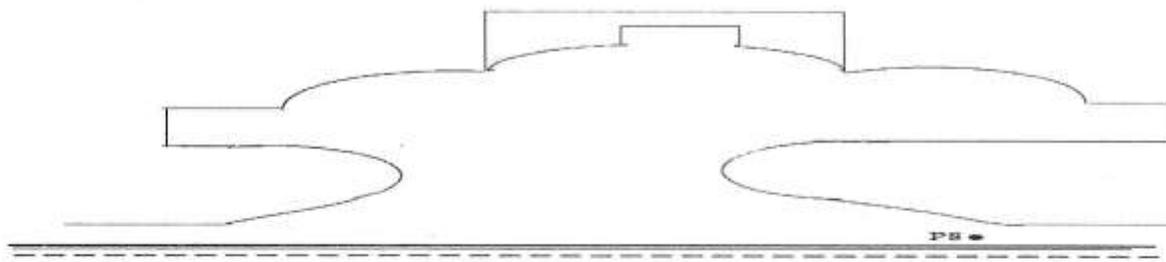
N° Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m ³)	Baridade seca (Kg/m ³)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P8	150	2235	2099	6.5	98.8	99	
		2256	2108	7.0	99.2		
		2271	2118	7.2	99.7		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)		2125	Compactação (%)		98.8	99.2	99.7
Teor Óptimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		6.5	6.9	7.2



Mapa -1 : Localização do ponto 8 da 1ª camada

Tabela – 5: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 27/03/24, na 2ª camada do aterro, de acordo com o mapa 3.

Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P8	150	2252	2111	6.7	99.3	100	
		2245	2110	6.4	99.3		
		2271	2130	6.6	100.3		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)		2000	Compactação (%)		99.3	99.6	100.3
Teor Ótimo de Humidade (%)		6.2	Teor (%)		6.4	6.6	6.7



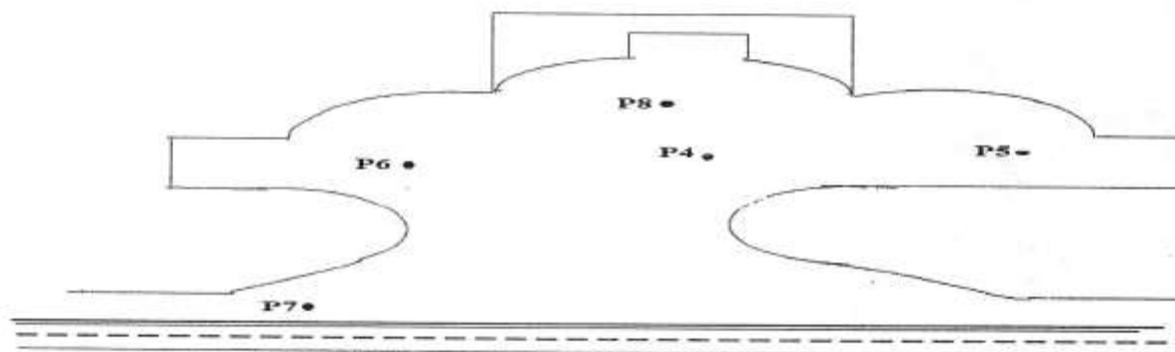
Mapa-3: Localização do ponto 8 da 2ª camada

Tabela – 6: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 26/03/24, na 4ª camada do aterro, de acordo com o mapa 4.

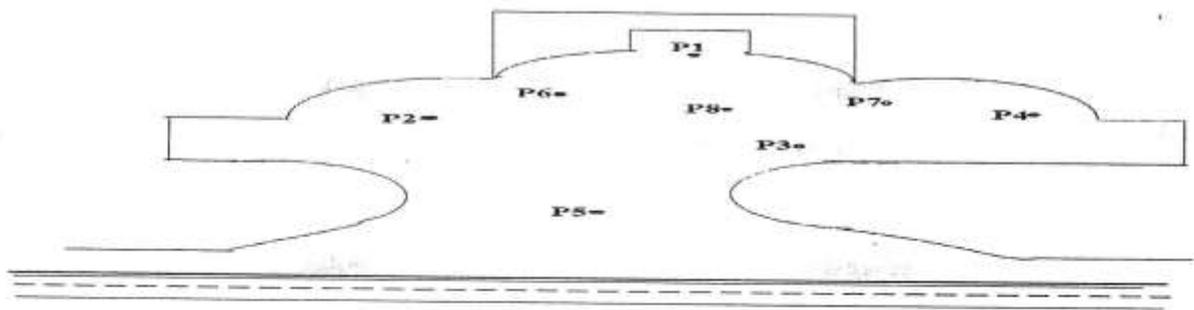
Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P1	150	2223	2115	5.1	99.5	100	
		2245	2118	6.0	99.7		
		2251	2138	5.3	100.6		
P2	150	2215	2084	6.3	98.1	98	
		2212	2091	5.8	98.4		
		2198	2074	6.0	97.6		
P3	150	2235	2095	6.7	98.6	99	
		2243	2104	6.6	99.0		
		2249	2110	6.6	99.3		
P4	150	2275	2134	6.6	100.4	101	
		2281	2144	6.4	100.9		
		2290	2154	6.3	101.4		
P5	150	2228	2104	5.9	99.0	99	
		2224	2090	6.4	98.4		
		2233	2105	6.1	99.0		
P6	150	2280	2145	6.3	100.9	100	
		2246	2123	5.8	99.9		
		2252	2135	5.5	100.5		
P7	150	2094	6.0	98.6	2094	96	
		2225	2101	5.9	98.9		
		2231	2099	6.3	98.8		
P8	150	2269	2135	6.3	100.4	100	
		2248	2121	6.0	99.8		
		2265	2125	6.6	100.0		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)		2125	Compactação (%)		97.6	99.5	101.4
Teor Ótimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		5.1	6.1	6.7

Tabela – 4: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 26/03/24, na 3ª camada do aterro, de acordo com o mapa 2.

Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P4	150	2211	2066	7.0	97.2	99	
		2273	2120	7.2	99.8		
		2261	2121	6.6	99.8		
P5	150	2234	2098	6.5	98.7	98	
		2209	2076	6.4	97.7		
		2208	2089	5.7	98.3		
P6	150	2235	2095	6.7	98.6	98	
		2226	2088	6.6	98.3		
		2234	2092	6.8	98.4		
P7	150	2200	2077	5.9	97.8	98	
		2209	2082	6.1	98.0		
		2195	2061	6.5	97.0		
P8	150	2228	2082	7.0	98.0	98	
		2230	2086	6.9	98.2		
		2238	2094	6.9	98.5		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m ³)		2125	Compactação (%)		97.0	98.3	99.8
Teor Óptimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		5.7	6.6	7.2



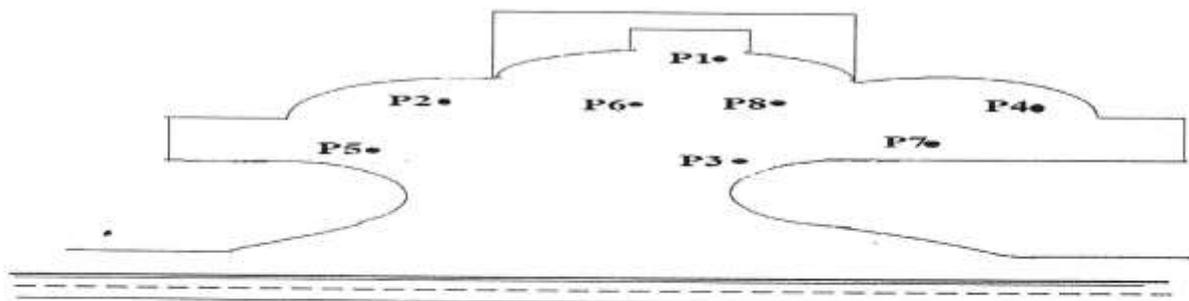
Mapa - 2 : Localização dos pontos 4 a 7 da 3ª camada



Mapa – 4: Localização dos pontos 1 a 8 da 4ª camada

Tabela – 7: Resultados do ensaio de densidades “in-situ” realizados no dia 28/03/24, na 5ª camada do aterro, de acordo com o mapa 5.

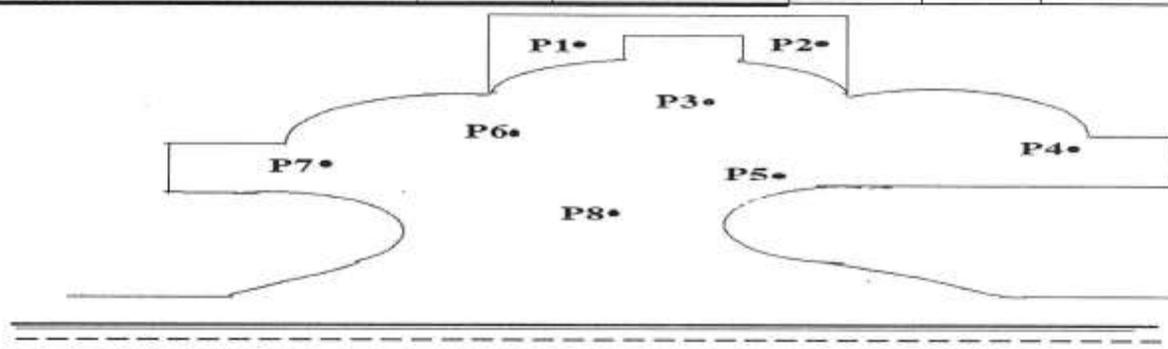
Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P1	150	2093	5.2	98.5	2093	99	
		2090	5.2	98.4	2090		
		2118	5.1	99.7	2118		
P2	150	2133	7.0	100.4	2133	100	
		2137	6.8	100.6	2137		
		2094	9.3	98.6	2094		
P3	150	2090	9.9	98.4	2090	98	
		2079	9.9	97.8	2079		
		2076	10.5	97.7	2076		
P4	150	2090	9.1	98.3	2090	99	
		2097	9.2	98.7	2097		
		2109	9.0	99.3	2109		
P5	150	2144	6.3	100.9	2144	101	
		2144	6.8	100.9	2144		
		2140	6.3	100.7	2140		
P6	150	2083	10.3	98.0	2083	98	
		2101	9.9	98.9	2101		
		2094	10.2	98.6	2094		
P7	150	2144	5.9	100.9	2144	101	
		2132	6.1	100.3	2132		
		2134	5.6	100.4	2134		
P8	150	2072	7.5	97.5	2072	97	
		2065	7.7	97.2	2065		
		2079	8.0	97.8	2079		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m ³)		2125	Compactação (%)		97.2	99.1	100.9
Teor Ótimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		5.1	7.8	10.5



Mapa – 5: Localização dos pontos 1 a 8 da 5ª camada

Tabela – 8: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 03/04/24, na 6ª camada do aterro, de acordo com o mapa 6.

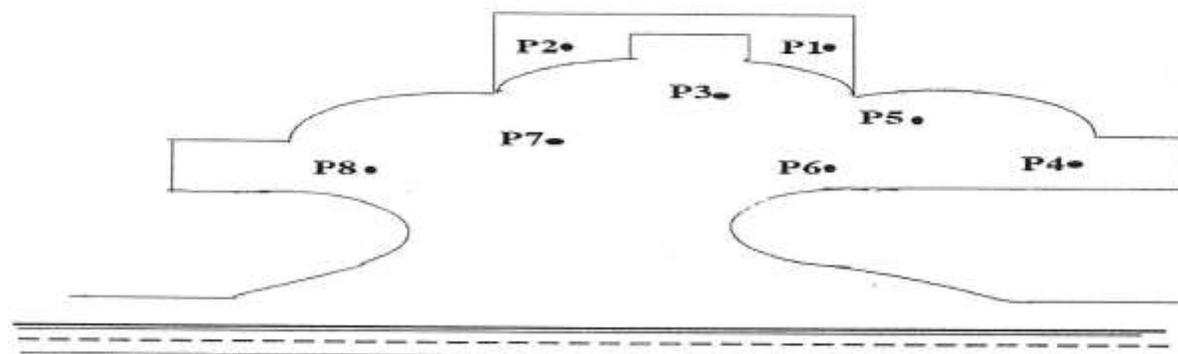
Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P1	150	2291	2102	9.0	98.9	98	
		2275	2081	9.3	97.9		
		2281	2093	9.0	98.5		
P2	150	2261	2105	7.4	99.1	98	
		2249	2077	8.3	97.7		
		2257	2096	7.7	98.6		
P3	150	2252	2105	7.0	99.0	99	
		2238	2094	6.9	98.5		
		2241	2100	6.7	98.8		
P4	150	2280	2090	9.1	98.3	98	
		2270	2084	8.9	98.1		
		2275	2087	9.0	98.2		
P5	150	2248	2057	9.3	96.8	97	
		2259	2080	8.6	97.9		
		2267	2074	9.3	97.6		
P6	150	2252	2070	8.8	97.4	97	
		2238	2055	8.9	96.7		
		2241	2071	8.2	97.5		
P7	150	2290	2103	8.9	99.0	99	
		2288	2119	8.0	99.7		
		2279	2100	8.5	98.8		
P8	150	2229	2077	7.3	97.8	98	
		2243	2092	7.2	98.5		
		2236	2082	7.4	98.0		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m ³)		2125	Compactação (%)		96.7	98.2	99.7
Teor Ótimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		6.7	8.3	9.3



Mapa – 6: Localização dos pontos 1 a 8 da 6ª camada

Tabela – 9: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 05/04/24, na 7ª camada do aterro, de acordo com o mapa 7.

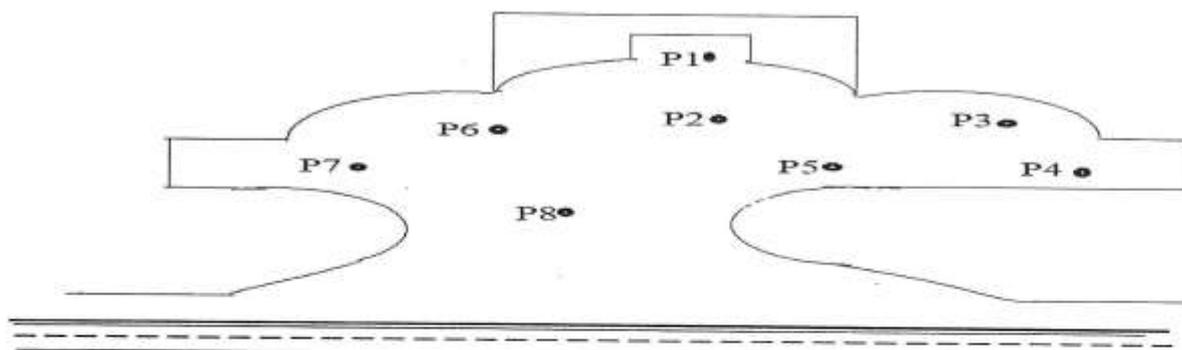
Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P1	150	2262	2081	8.7	97.9	98	
		2254	2072	8.8	97.5		
		2255	2067	9.1	97.3		
P2	150	2192	2030	8.0	95.5	96	
		2214	2058	7.6	96.8		
		2194	2041	7.5	96.0		
P3	150	2202	2031	8.4	95.6	95	
		2180	2019	8.0	95.0		
		2210	2037	8.5	95.9		
P4	150	2204	2031	8.5	95.6	97	
		2226	2080	7.0	97.9		
		2215	2043	8.4	96.2		
P5	150	2220	2061	7.7	97.0	96	
		2186	2024	8.0	95.3		
		2187	2033	7.6	95.6		
P6	150	2177	2019	7.8	95.0	97	
		2200	2050	7.3	96.5		
		2192	2086	5.1	98.1		
P7	150	2199	2051	7.2	96.5	97	
		2246	2080	8.0	97.9		
		2237	2064	8.4	97.1		
P8	150	2246	2055	9.3	96.7	97	
		2238	2065	8.4	97.2		
		2245	2065	8.7	97.2		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)		2125	Compactação (%)		95.0	96.6	98.1
Teor Óptimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		5.1	8.0	9.3



Mapa – 7: Localização dos pontos 1 a 8 da 7ª camada

Tabela – 10: Resultados do ensaio de densidades “*in-situ*” realizados no dia 11/04/24, na 8ª camada do aterro, de acordo com o mapa 8.

Nº Teste	Profundidade da camada (mm)	Baridade húmida (Kg/m3)	Baridade seca (Kg/m3)	Teor de água (%)	Compactação relativa (%)	Compactação relativa Média (%)	
P1	150	2255	2119	6.4	99.7	100	
		2248	2119	6.1	99.7		
		2266	2138	6.0	100.6		
P2	150	2205	2023	9.0	95.2	96	
		2209	2027	9.0	95.4		
		2237	2050	9.1	96.5		
P3	150	2275	2097	8.5	98.7	99	
		2286	2103	8.7	99.0		
		2276	2094	8.7	98.5		
P4	150	2295	2109	8.8	99.3	99	
		2283	2094	9.0	98.6		
		2288	2105	8.7	99.1		
P5	150	2267	2082	8.9	98.0	98	
		2275	2095	8.6	98.6		
		2275	2089	8.9	98.3		
P6	150	2285	2102	8.7	98.9	99	
		2297	2111	8.8	99.4		
		2283	2104	8.5	99.0		
P7	150	2256	2075	8.7	97.7	97	
		2235	2060	8.5	96.9		
		2248	2068	8.7	97.3		
P8	150	2282	2101	8.6	98.9	99	
		2285	2098	8.9	98.7		
		2288	2103	8.8	99.0		
Resumo dos resultados de densidades e teores de humidade					Mínimo	Média	Máximo
Densidade Máxima Seca (kg/m³)		2125	Compactação (%)		95.2	98.4	100.6
Teor Ótimo de Humidade (%)		7.8	Teor (%)		6.0	8.4	9.1



Mapa – 8: Localização dos pontos 1 a 8 da 8ª camada

Anexo 3: Resultados de ensaios de compressão de cubos de betão



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, HABITAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE, IP
SERVIÇOS CENTRAIS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO
LABORATÓRIO DE AGREGADOS E BETÕES
RELATÓRIO DE ENSAIO

Determinação da resistência à compressão de cubos de betão

Registo nº 0593/24

1-DADOS DO CLIENTE

Nome do Cliente: WEBCAD, Lda.

Morada do Cliente: Av. Paulo Samuel Kankhomba, nº 1855, 1º andar direito nº 04, Bairro da Malhangalene, Cidade de Maputo.

Nome da obra: Construção do Posto de Abastecimento de Combustíveis em Zonas Rurais de Combumune-Gaza. (*)

Data da solicitação: 11/06/2024.

Refº nº: 102/DT/2024, datada de 11/06/2024.

Data de recepção das amostras: 11/06/2024.

Condições da amostra: Bom estado.

Local de colocação do betão: Canopy principal, Sapatas corridas e isoladas da loja de conveniência, torre do depósito elevado e muro de vedação. (*)

2-PROCEDIMENTOS NORMATIVOS

Ensaio do betão endurecido

NP EN 12390-3-2009

Parte 3: Resistência à compressão de provetes:

3- RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os resultados do ensaio constam da tabela 1.

Tabela 1. Resultados da resistência à compressão de cubos de betão.

Referências		Datas		Idade (Dias)	Massa do Provete Saturado (kg)	Secção (10 ³ mm ²)	Carga Máxima de Rotura (kN)	Tensão de Rotura (MPa)	Tensão de Rotura Média (MPa)
LEM IP	Cliente(*)	Fabrico(*)	Ensaio						
1039-I	B20	27/05/24	10/06/24	14	7,360	22,5	445,7	19,8	23,0
					7,577	22,5	580,9	25,8	
					7,535	22,5	557,0	24,8	
					7,534	22,5	484,7	21,5	
1041-I	B20	01/06/24	10/06/24	9	7,362	22,5	562,8	25,0	22,9
					7,374	22,5	537,9	23,9	
					7,355	22,5	461,2	20,5	
					7,269	22,5	502,1	22,3	

(*) Informação fornecida pelo Cliente



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, HABITAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE, IP
SERVIÇOS CENTRAIS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS
DEPARTAMENTO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO
LABORATÓRIO DE AGREGADOS E BETÕES

RELATÓRIO DE ENSAIO
Determinação da resistência à compressão de cubos de betão

1-DADOS DO CLIENTE

Nome do Cliente: WEBCAD, Lda.

Registo nº 0645/24

Morada do Cliente: Av. Paulo Samuel Kankhomba, nº 1855, 1º andar direito nº 04, Bairro da Malhangalene, Cidade de Maputo.

Nome da obra: Construção do Posto de Abastecimento de Combustíveis em Zonas Rurais de Combumune-Gaza. (*)

Data da solicitação: 11/06/2024.

Refº nº: 102/DT/2024, datada de 11/06/2024.

Data de recepção das amostras: 11/06/2024.

Condições da amostra: Bom estado.

Local de colocação do betão: Canopy principal e secundário, Sapatas corridas e isoladas da loja de conveniência, torre do depósito elevado e muro de vedação, laje de fundo do depósito enterrado, Pilares de fundação da laje da loja de conveniência e torre do depósito elevado. (*)

2-PROCEDIMENTOS NORMATIVOS

Ensaio do betão endurecido

NP EN 12390-3-2009

Parte 3: Resistência à compressão de provetes:

3- RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os resultados do ensaio constam da tabela 1.

Tabela 1. Resultados da resistência à compressão de cubos de betão.

Referências		Datas		Idade (Dias)	Massa do Provede Saturado (kg)	Secção (10 ³ mm ²)	Carga Máxima de Rotura (kN)	Tensão de Rotura (MPa)	Tensão de Rotura Média (MPa)
LEM IP	Cliente(*)	Fabrico(*)	Ensaio						
1040-I	B20	27/05/24	24/06/24	28	7,544	22,5	699,7	31,1	29,3
					7,858	22,5	654,3	29,1	
					7,564	22,5	719,6	32,0	
					7,400	22,5	562,8	25,0	

(*) Informação fornecida pelo Cliente