



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área departamental de Engenharia Civil



CONTROLO DE CUSTOS E OPORTUNIDADES FINANCEIRAS DURANTE A EXECUÇÃO DE UM PROJETO – O CASO PRÁTICO DA PAVIMENTAÇÃO DO AEROPORTO DO SENEGAL

MANUEL DE FARIA MAIA
(Licenciado em Engenharia Civil)

Trabalho de projeto para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil

Orientador:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeira da Silva

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Especialista António Jorge Guerreiro Rodrigues Silva Sousa

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro Da Silva

Outubro de 2018

Agradecimentos

À família, e em especial à minha mulher, sempre presentes e a todos vós que fazem parte desta que tem sido a mais extraordinária viagem, obrigado.

Resumo

O trabalho que ora apresento tem como objeto a implementação de mecanismos de controlo de custos nas diversas fases de execução do projeto de pavimentação novo aeroporto internacional do Senegal, sua fundamentação, justificação crítica e resultados.

Nele me proponho fazer a descrição e análise dos trabalhos contratuais, dos requisitos técnicos, dos meios disponíveis, das metodologias adotadas, do controlo de qualidade e da análise e otimização de custos.

Sendo a gestão de projeto uma ciência não exata, com este trabalho pretende partilhar o conhecimento obtido na prática diária com a interpretação das regras contratuais e na aplicação otimizada de todos os recursos disponíveis com vista ao rigoroso cumprimento das obrigações delas decorrentes.

Palavras chave: Monitorizar e controlar operações, Execução de um projeto, Misturas betuminosas, Controlo de custo, Compactação, Pavimentação, Aeroporto, Senegal

Abstract

The work that I here present has focus on the implementation of cost control mechanisms in the different project execution phases of the pavement of the new international airport in Senegal, their substantiation, critical analysis and results

In this work I propose to do a description and analysis of the contractual works, the technical requirements, the available resources, the methodologies adopted, the quality control and the analysis and cost optimization.

Being project management a non-exact science, this work intends to share the knowledge gathered in the daily practice with the interpretation of the contractual rules and in the optimized application of all available resources with the intend to strictly follow the contractual obligations.

Keywords: Monitor and control operations, Project execution, Asphalt mixes, Cost control, Compaction, Pavement, Airport, Senegal

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1– Enquadramento.....	1
1.2 – Objetivos	2
1.3 - Organização do trabalho.....	2
Capítulo 2 – Enquadramento do projeto.....	5
2.1 – Localização	5
2.2 - A MSF Engenharia S.A.....	7
2.3 - O projeto	8
2.4 - O contrato	9
2.5 - Estaleiro	13
2.6 - Recursos Humanos	16
2.7 - Equipamento.....	19
2.8 - Descrição das especificações do projeto.....	21
2.9 – Controlo de custos em obra	22
Capítulo 3 - Materiais	27
3.1 - Introdução	27
3.2 - Agregados britados.....	27
3.3 - Identificação e origem dos agregados	27
3.4 - Granulometria dos agregados.....	28
3.5 - Transporte e armazenamento.....	28
3.6 – Mecanismos de monitorização e controlo de custos.....	31
3.7 - Betume	33
3.8 - Identificação e origem do betume	36
3.9 - Tipo de betume	38
3.10 - Controlo de qualidade do betume	38
3.11 - Transporte e armazenamento.....	40

3.12 – Mecanismos de monitorização e controlo de custos.....	40
3.13 - Custo aquecimento de betume	41
Capítulo 4 – Fabrico, pavimentação e compactação.....	49
4.1 – Fabrico de misturas betuminosas	49
4.2 - Controlo de custos no fabrico da mistura betuminosa	56
4.3 - Pavimentação e compactação.....	57
4.4 - Procedimento de pavimentação e medidas de controlo	59
4.5 - Controlo da compactação	68
4.6 - Controlo das espessuras das camadas betuminosas.....	77
4.7 - Alteração da especificação do projeto	82
Capítulo 5 - Conclusão.....	87
Referencias bibliográficas	89
Anexos	91

Índice de figuras

Figura 1.1 – Mapa do Senegal	5
Figura 1.2 - Identificação das zonas contratuais prevista no contracto assinado a novembro de 2010	9
Figura 1.3 – Pavimentação dos caminhos de acesso ao aeroporto incluídos no pacote de trabalhos contratuais “Avenant nº2”	11
Figura 1.4 - Identificação das zonas de terraplenagens incluídas no “avenant nº4”	12
Figura 1.4 - Identificação das zonas de terraplenagens incluídas no “avenant nº4”	12
Figura 1.5 – Vista área do estaleiro da MSF Engenharia.....	13
Figura 1.6 – Planta da disposição dos escritórios da direção de obra	14
Figura 1.7 – Planta do estaleiro.....	15
Figura 1.8 – Organigrama do projeto	19
Figura 1.9 – Distribuição dos custos diretos no programa informático SIGO ...	23
Tabela 1.4 – Estrato dos códigos adotados para o centro de custos do SIGO	24
Figura 1.10 – Distribuição dos custos diretos no programa informático SIGO .	24
Figura 2.1 – Carregamento de agregados britados na pedreira GECAMINES	29
.....	29
Figura 2.2 – Registo fotográfico de material britado contaminado antes da descarga.....	29
Figura 2.3 – Fases de custo de um agregado rejeitado pela central de betuminosos	31
Figura 2.4 – Custo dos agregados	32
Figura 2.5 – Percentagem dos materiais utilizados na mistura betuminosa macadame.....	34
Figura 2.6 – Custo dos materiais utilizados na mistura betuminosa macadame	35
.....	35
Figura 2.7 – Consumo de previsto no contrato de fornecimento de betume no projeto	36
Figura 2.8 – Resistências elétricas e painel de controlo do aquecimento	41
Figura 2.9 – Aquecimento dos contentores de betume	42

Figura 2.10 – Componentes de custo do aquecimento de betume	45
Figura 3.1 - Central de betuminosos INTRAME 120 – 005/Azul	49
Figura 3.2 – Central de betuminosos INTRAME 120 – 006/Branca	50
Figura 3.3 – Controlo das quantidades produzidas diariamente	51
Figura 3.4 – Rendimento hora previsto versus rendimento hora obtido.	53
Figura 3.5 – Número de horas previsto no programa de trabalhos (PT) e o número de horas de produção versus índice de produtividade	53
Figura 3.6 – Rendimento dia previsto e rendimento dia obtido.	54
Figura 3.7 – Decomposição do preço contratual	56
Figura 3.8 – Espalhadoras a pavimentar o “Runway” com 21 metros em junta quente	58
Figura 3.9 – Trator com vassoura a realizar limpeza na camada de ABGE	60
Figura 3.10 – Compactação de uma camada betuminosa.	61
Figura 3.11 – Impregnação de uma camada de ABGE após limpeza e antes da pavimentação.	62
Figura 3.12 – Rega de colagem 400/600 sob uma camada betuminosa antes da pavimentação	63
Figura 3.13 – Correção altimétrica da camada betuminosa	64
Figura 3.14 – Pormenor do tamper durante a montagem da mesa na espalhadora Vogele	65
Figura 3.15 – Pavimentação simultânea pelas duas espalhadoras com uma largura de 21 metros de pavimentação de desgaste.....	65
Figura 3.15 – Pavimentação simultânea pelas duas espalhadoras com uma largura de 21 metros de pavimentação de desgaste.....	66
Figura 3.16 – A esquerda cilindro de pneus marca AMMANN AP 240, á direita cilindro de pneus BOMAG BW 27 RH	69
Figura 3.17 – Cilindro liso BOMAG BW 161 AD-4.....	69
Figura 3.18 – Distribuição dos equipamentos de compactação para uma pavimentadora utilizando uma mesa de pavimentação com 6 metros de largura	70
Figura 3.19 – Distribuição dos equipamentos de compactação utilizando duas espalhadoras a pavimentar com junta quente.....	70
Figura 3.20 – Gamadensímetro “Troxler”	71

Figura 3.21 – Esquema de leituras para a comparação dos resultados obtidos entre o “Troxler” e um carote.....	71
Figura 3.22 – Comparativo dos resultados obtidos entre o “Troxler” e um carote	72
Figura 3.23 – Comparativo entre os resultados do troxler da MSF Engenharia e o laboratório de controlo SENELABO	72
Figura 3.24 – Comparativo da capacidade de compactação entre os cilindros de pneus AMMANN e BOMAG	73
Figura 3.25 – Controlo da pré-compactação da mesa de pavimentação	76
Figura 3.26 – Número de unidades que constituem uma mesa de pavimentação em função da largura de pavimentação	76
Figura 3.27 – Monitorização do desgaste dos sistemas de compactação da pavimentadora.....	77
Figura 3.28 – Carote executado na camada de macadame.....	78
Figura 3.29 – Controlo altimétrico das camadas betuminosas durante a pavimentação.....	79
Figura 3.30 – Espessura da camada betuminosa após pré compactação da espalhadora.....	79

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 – Quantidades contratuais a abril 2011	10
Tabela 1.2 – Quantidades adicionais a julho de 2011	10
Tabela 1.3 – Quantidades adicionais a julho de 2011	12
Tabela 1.4 – Controlo de custos do programa informático SIGO	26
Tabela 2.1 – Registo topográfico dos levantamentos efetuados na zona de armazenamento dos agregados	30
Tabela 2.2 – Registo topográfico dos levantamentos efetuados na zona de armazenamento dos agregados	31
Tabela 2.3 – Controlo das quantidades dos agregados entregues em obra	33
Tabela 2.4 – Custo dos agregados na composição betuminosa macadame ...	35
Tabela 2.5 - Registo do projeto dos tempos de aquecimento e quantidades de betume descarregadas.....	43
Tabela 2.6 - Registo do projeto dos tempos de aquecimento e quantidades de betume descarregadas.....	44
Tabela 3.1 - Analise á produção dos betuminosos e ao número de horas de avaria - agosto 2011.....	52
Tabela 3.2 - Analise á produção de betuminosos prevista e a realizada - agosto 2011	55
Tabela 3.3 – Resumo das características da mistura betuminosa do desgaste com 5% de betume	74
Tabela 3.4 – Percentagem da compactação com recurso ao “Troxler”.....	75
Tabela 3.5 – Percentagem de compactação com recurso á extração de carotes.	75
Tabela 3.6 – Controlo altimétrico da percentagem de compactação das camadas	80
Tabela 3.7 – Controlo da espessura da camada de desgaste na berma	81
Tabela 3.8 – Espessura das camadas betuminosas de macadame e desgaste no “Runway” e “Taxiway”.	82
Tabela 3.9 – Espessura das camadas betuminosas de macadame e desgaste no “Runway” e “Taxiway”.	82

Tabela 3.10 – Características da camada de desgaste com a aplicação de 50 e 75 pancadas.....	84
--	----

Acrónimos

AFD – Agência Francesa para o Desenvolvimento

MS-4 – “The Asphalt Handbook” Edition

SBG – Saudi BinLadin Group

SENELABO – Laboratório de controlo

AIBD – Airport International Blaise Diagne

PGT – Plano Geral de Trabalhos

SIGO – Sistema informático de Gestão de Obra.

ABGE – Agregado Britado de Granulometria Extensa

kW – kilowatts

Km/h – Quilómetros por hora

VMA - Volume de vazios na mistura de agregados

VFA - Grau de saturação do betume

ABGE – Agregado britado de granulometria extensa

Capítulo 1 – Introdução

1.1– Enquadramento

Um projeto pode ter inúmeros ciclos dependendo da sua complexidade e estratégia definida. Ciclos são definidos como sendo a sequência lógica dos processos construtivos necessários para a concretização da entrega contratual.

Segundo o PMI - Project Management Institute, estes ciclos são geridos por um conjunto de processos identificados como: Iniciação, Planeamento, Execução, Monitorização e Controlo e Encerramento. Estes processos devem ser implementados para cada ciclo do projeto.

Durante o processo de execução de um projeto, um dos objetivos é completar as entregas contratuais dentro das datas definidas no programa de trabalhos e no orçamento acordado entre o cliente e a empresa. Este é um dos objetivos primordiais do projeto e é por este que, regra geral, a performance do diretor de obra e a sua equipa é avaliada.

Neste trabalho são descritos os processos de execução do projeto de pavimentação do novo aeroporto do Senegal – AIBD e são exemplificados os mecanismos internos de controlo e monitorização de custos das diversas atividades incluídas na pavimentação. As variações são analisadas assim como a sua articulação no controlo de custos dos processos construtivos.

A implementação de sistemas de monitorização e o controlo dos processos construtivos permite comparar e avaliar a performance do projeto durante a sua execução com os parâmetros previamente acordados com o cliente. As divergências identificadas fundamentam decisões estratégicas quando á alteração do plano inicialmente definido, facilitam a avaliação do risco e dos impactos comerciais envolvidos.

Estes mecanismos devem ser registados sob a forma de “lição aprendida” e a sua informação divulgada entre os diversos departamentos da empresa.

1.2 – Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo partilhar o conhecimento adquirido no controlo e monitorização de custos durante a execução da pavimentação do novo aeroporto do Senegal – AIBD. Os processos construtivos envolvidos na pavimentação do aeroporto são aqui analisados do ponto de vista técnico e comercial.

1.3 - Organização do trabalho

A presente dissertação está organizada por capítulos por forma a articular a informação entre o ciclo de vida do projeto e os seus componentes tais como os meios envolvidos, os controlos de qualidade e custos implementados.

Capítulo 1 – Identifica a temática, os objetivos propostos e a forma como a dissertação se encontra organizada.

Capítulo 2 - Descreve o enquadramento do projeto na sua localização geográfica e no contexto socioeconómico do Senegal, introduzindo igualmente a empresa construtora - MSF Engenharia - com a qual o projeto é realizado. Destacam-se as especificações das obrigações contratuais, mormente as quantidades contratuais, os recursos disponíveis e a estruturação da equipa do projeto.

Capítulo 3 - Neste capítulo é feita uma descrição dos materiais utilizados no projeto, das suas propriedades, particularmente da sua mecânica, controlos de qualidade e custos implementados. Lugar ainda para a menção dos fornecedores e o seu papel no enquadramento contratual.

Capítulo 4 – São descritos os processos de fabrico, pavimentação e compactação. É também realizada uma descrição do controlo de qualidade e custos durante os processos construtivos.

Capítulo 5 - Apresentam-se as conclusões do trabalho numa reflexão sobre a monitorização e controlo dos diversos procedimentos construtivos, a importância

da implementação do controlo de custos e do estudo de todos os meios disponíveis ao projeto.

Capítulo 2 – Enquadramento do projeto

2.1 – Localização

O projeto aqui descrito teve lugar no Senegal, país situado na costa atlântica do continente africano, com território situado no extremo oeste da África. O Senegal faz fronteira com a Mauritânia, o Mali, a Guiné-Bissau e com a Gâmbia, país que se situa no interior do Senegal com uma pequena faixa atlântica a oeste.

O clima é predominante seco com temperaturas médias rondando os 28 graus. O Senegal tem um período de chuvas conhecido localmente como “hivernage” e que por regra acontece em agosto.



Figura 1.1 – Mapa do Senegal

Estima-se que a população atinja aproximadamente 15.4 milhões de pessoas, 95% da qual muçulmana, embora o país seja constitucionalmente laico.

Em termos globais, é a quarta maior economia da região, apenas ultrapassado pela Nigéria, Costa de Marfim e Gana. Porém, a estabilidade política de que goza o país desde a independência e a sua localização geográfica estratégica, tornam o país um alvo de investimento internacional e uma plataforma de entrada e atuação na região.

O país é muito pobre em recursos naturais. O sector primário ocupa 70% da população. Mas, o essencial da riqueza interna provém dos serviços e do sector da construção, bem como do turismo e da pesca.

Ultrapassados os choques dos preços dos bens alimentares e petrolíferos e da crise financeira internacional, a economia do Senegal retomou o crescimento em 2010. Para dinamizar este crescimento, o país aposta numa agenda de reforma centrada no desenvolvimento das infraestruturas, da competitividade e atratividade da sua economia e na melhoria do clima de negócios, nomeadamente quanto à robustez das suas instituições e da boa governação.

Efetivamente, um dos principais entraves ao crescimento económico do país resulta da séria crise energética, com longos e frequentes problemas de fornecimento de energia. Também as leis laborais são pouco atrativas ao investimento e a percepção de corrupção generalizada afastam potenciais investidores e diminuem a competitividade da economia.

A barreira linguística e todo o sistema normativo legal baseado no sistema Francês foi uma das primeiras dificuldades enfrentadas pelo projeto. Se a relativa barreira linguística oferecida pela língua oficial (francês) rapidamente é ultrapassável, já dialetos como o “wolof”, utilizado pela classe laboral, muitas vezes como a única língua falada, aumenta o desafio.

Encontra-se no Senegal, com facilidade, mão-de-obra especializada. No entanto com experiência profissional limitada, sobretudo na área da qualidade. É, portanto, necessário o permanente acompanhamento e formação para garantir o cumprimento da qualidade e assegurar a produtividade exigida pelo projeto.

A presença dos movimentos sindicais é acentuada e protegida pela legislação laboral. Na fase de conclusão dos projetos, a ação dos sindicatos é intensificada, gerando tensões e problemas laborais criando dificuldades acrescidas para a sua conclusão.

2.2 - A MSF Engenharia S.A.

A Empresa, com sede em Telheiras Norte, Lisboa, foi fundada em 20 de outubro de 1969, e é presidida pelo Engenheiro Carlos Pompeu Ramalhão Fortunato. Está vocacionada para o sector da Construção Civil e Obras Públicas tais como barragens, túneis, redes de rega, condutas e canais, obras marítimas, estradas, autoestradas, pontes, viadutos, caminhos de ferro, aeroportos, infraestruturas, construção industrial e construção e recuperação de edifícios.

Paralelamente à atividade de construtora, a MSF diversificou a atuação e investimentos a outros sectores de atividade, tendo sido acionista fundadora do Banco Comercial Português, da Companhia de Seguros Ocidental e da Valores Ibéricos, holding de controlo do Banco Totta e Açores.

Em 1997, a empresa iniciou o processo de internacionalização, tendo vindo a desenvolver projetos em Angola, Bulgária, Burkina Faso, Cabo Verde, Camarões, Cazaquistão, Emirados Árabes Unidos, Gabão, Gana, Guiné Equatorial, Moçambique, Moldávia, Namíbia, Polónia, Qatar, São Tomé e Príncipe, Senegal e Serra Leoa, para além de ter em estudo projetos de investimento noutros países de África, Europa, Ásia e Médio Oriente.

A MSF Engenharia S.A. entrou no mercado da construção no Senegal no ano 2006 com a construção da autoestrada Pate d'Oie – Pikine e a reabilitação da estrada nacional em Dakar, com aproximadamente 5 quilómetros, trabalhos de reforço da estrada nacional RN1 entre Mbirkelane e Tambacounda numa extensão de aproximadamente 122 quilómetros. Em 2011 iniciou os trabalhos de pavimentação da pista principal e acessos à plataforma do Aeroporto Internacional de Diass, uma pista com 4.200 metros de comprimento e 75 metros de largura, projeto descrito no presente trabalho e, em 2013, a execução de uma ponte em Ndioum, a norte do país junto à fronteira com a Mauritânia.

2.3 - O projeto

O projeto tinha como objetivo a construção do novo aeroporto internacional do Senegal. Localizado em Ndiass, faz parte da estratégia de desenvolvimento económico do país para atrair investimento financeiro em outras áreas que não apenas na capital, Dakar. O novo aeroporto fica a cerca de uma hora de distância de Dakar e apenas a 40 minutos do maior ponto turístico do Senegal – Saly, conhecido pelas suas praias arenosas e águas quentes e serenas. Embora o Senegal seja banhado pelo oceano Atlântico, a sua formação rochosa limita o acesso às praias em grande parte da sua costa atlântica.

O projeto com um custo total de 525 milhões de euros, reuniu um financiamento privilegiado de diversas entidades como a Agência Francesa para o Desenvolvimento (AFD) e o Banco Africano para o Desenvolvimento (AFDB), num valor de 379 milhões de euros.

O novo aeroporto visa substituir o aeroporto internacional Leopold Sedar Senghor localizado no interior da capital do Senegal. Este aeroporto tem uma capacidade de 2 milhões de passageiros por ano e o novo aeroporto irá ter uma capacidade para 3 milhões de passageiros por ano numa primeira fase e 10 milhões de passageiros por ano numa segunda ampliação prevista acontecer até o ano 2035. O novo aeroporto foi dimensionado para receber 25.000 aeronaves por ano e 50.000 toneladas de carga por ano.

O dono de obra é o Estado senegalês representado pela agência AIBD – Airport International Blaise Diagne, o empreiteiro geral SBG – Saudi BinLadin Group, e a equipa de fiscalização Studi International.

A empreitada de pavimentação da pista de aterragem, das vias de circulação internas e das estradas de ligação ao aeroporto foi adjudicada à MSF Engenharia SA.

2.4 - O contrato

Em novembro de 2010, a MSF Engenharia assinou um contrato com o empreiteiro principal SBG – Saudi BinLadin Group denominado “Contrato de prestação de trabalhos de pavimentação do Runway e Taxiway do Aeroporto de Diass” com uma duração de 11 meses e num valor de 54.837.324€. Este contrato inclui os trabalhos de aplicação de camadas de base em ABGE (Agregado Britado de Granulometria Extensa), da pavimentação de camadas de macadame e desgaste localizados na parte aeronáutica do aeroporto, zonas denominadas por “Runway”, “Taxiway” e “Taxiway Charlies”.

O Runway é a zona de aterragem e descolagem das aeronaves com 3.5 quilómetros de comprimento, 75 metros de largura com 7.5 metros de bermas. A estrutura de pavimento do Runway é composta por uma sub-base de 30 centímetros de ABGE 0/35 mm, uma camada de base de 18 centímetros em macadame 0/25 mm e uma camada betuminosa de desgaste 0/16 mm com 12 centímetros.

O Taxiway, zona de circulação das aeronaves entre o Runway e as gares de estacionamento, tem o mesmo comprimento de 3.5 quilómetros do Runway, uma largura de 60 metros e a mesma estrutura de pavimento. Os ramais de circulação entre o Runway e o Taxiway são denominados de Taxiway Charlie e estão numerados de 1 a 8.

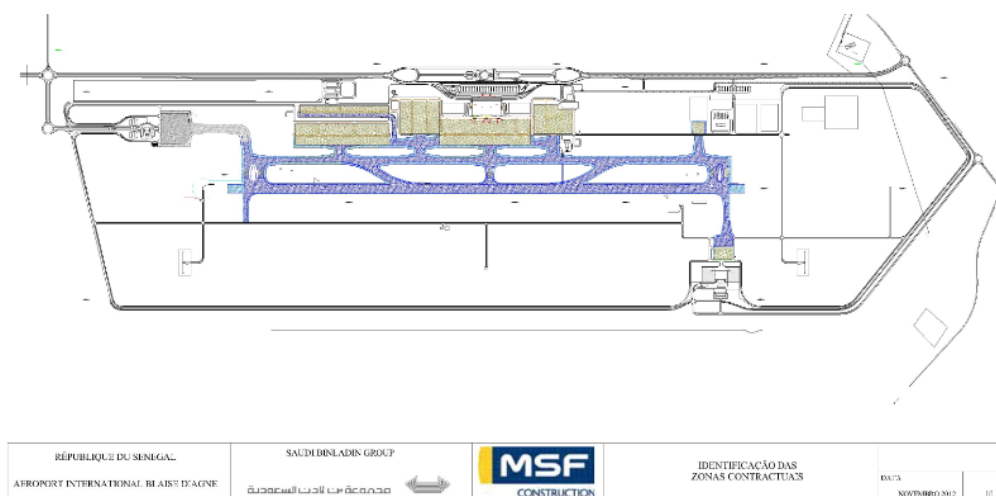


Figura 1.2 - Identificação das zonas contratuais prevista no contracto assinado a novembro de 2010

Os trabalhos contratuais são faturados mensalmente ao cliente após aprovação das quantidades executadas. As quantidades contratuais são as referidas no seguinte quadro transcrito do contrato de trabalhos:

Tabela 1.1 – Quantidades contratuais a abril 2011

					
PROJET DE CONSTRUCTION DE L'AEROPORT INTERNATIONAL BLAISE DIAGNE					
AIR FIELD SIDE - CORPS DE CHAUSSEE RUNWAY & TAXIWAY				Unidade (€)	TOTAL (€)
No.	Designação	Unidade	Quantidade		
1	Aplicação de camadas de ABGE 0/31.5	M3	292 550	69,19 €	20 241 534,50 €
2	Aplicação de camadas de ABGE 0/31.5 com cimento 3%	M3		89,87 €	- €
3	Camada de macadame	M3	81 270	100,29 €	8 150 568,30 €
4	Camada de desgaste 0/16 mm	M3	82 300	103,98 €	8 557 554,00 €
4,1	Fornecimento de betume	Ton	20 459	735,67 €	15 051 072,53 €
5	Camada de impregnação	M2	826 428	2,48 €	2 049 541,44 €
6	Camada de colagem	M2	451 495	1,74 €	785 601,30 €


Em julho de 2011, a MSF assinou um segundo pacote de trabalhos contratuais no valor de 18.018.016€, com uma duração de 5 meses. Incluídos neste pacote estava a impregnação das camadas de base das zonas denominadas de “Apron”, zonas de estacionamento das aeronaves junto das gares de chegada e partida, pavimentação das estradas de acesso ao aeroporto, os caminhos de circulação interna de acesso às gares e de serviço.

Comprimento das estradas por tipologia incluídas no “avenant nº2”:

- Estrada de acesso externa 16.021 metros
- Estrada de acesso interna 42.160 metros
- Estrada de serviço 23.996 metros

As quantidades incluídas no “avenant nº2” são as referidas no seguinte quadro:

Tabela 1.2 – Quantidades adicionais a julho de 2011

					
PROJET DE CONSTRUCTION DE L'AEROPORT INTERNATIONAL BLAISE DIAGNE					
AIR FIELD SIDE - CORPS DE CHAUSSEE RUNWAY & TAXIWAY				Unidade (€)	TOTAL (€)
No.	Designação	Unidade	Quantidade		
3	Camada de macadame	M3	34 270	100,29 €	3 436 938,30 €
4	Camada de desgaste 0/16 mm	M3	36 127	103,98 €	3 756 485,46 €
4,1	Fornecimento de betume	Ton	8 822	735,67 €	6 490 080,74 €
5	Camada de impregnação	M2	1 223 377	2,48 €	3 033 974,96 €
6	Camada de colagem	M2	747 546	1,74 €	1 300 730,04 €

O perfil tipo das estradas de acesso tem uma largura de 7,5 metros pavimentadas com uma camada de macadame de 7 cm e uma camada de desgaste de 7 cm. A berma com um comprimento variável entre 2,0 e 2,5 metros é pavimentada com uma camada de desgaste de 4 centímetros.



Figura 1.3 – Pavimentação dos caminhos de acesso ao aeroporto incluídos no pacote de trabalhos contratuais “Avenant nº2”

Em julho de 2012 foi assinado uma nova adenda ao contrato designada por “Avenant 3”. Esta adenda formaliza o cronograma financeiro para o pagamento do adiantamento previsto no contrato inicial, verba destinada a cobrir os custos de mobilização e instalação do estaleiro da MSF Engenharia. Este documento altera a nova data para a conclusão dos trabalhos para dezembro de 2012. A alteração da data final de conclusão dos trabalhos teve como fundamento a não libertação das zonas previstas em contrato por parte do empreiteiro principal.

Em março de 2013 foi assinado uma outra adenda ao contrato designada por “avenant nº4”. Esta adenda inclui novos trabalhos contratuais tais como a aplicação de camada de base em ABGE e a construção das zonas de estacionamento das aeronaves em ABGE com cimento. Inclui ainda zonas rodoviárias, execução de terraplenagens e aplicação de camada de revestimento superficial duplo (Bi-couche) em estradas secundárias.

Figura 1.4 - Identificação das zonas de terraplenagens incluídas no “avenant nº4”

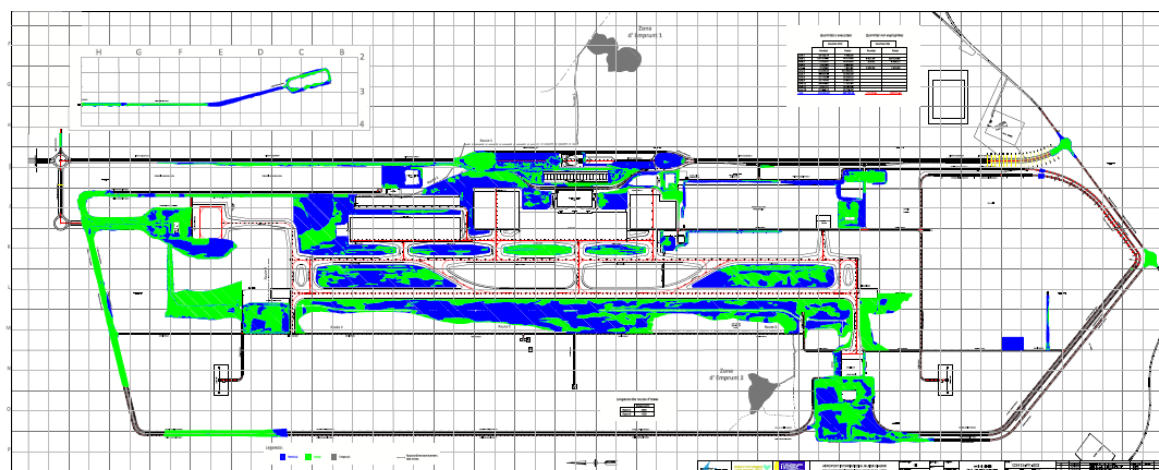


Figura 1.4 - Identificação das zonas de terraplenagens incluídas no “avenant nº4”

As quantidades incluídas no “avenant nº4” são as referidas na seguinte tabela:

Tabela 1.3 – Quantidades adicionais a julho de 2011

PROJET DE CONSTRUCTION DE L'AEROPORT INTERNATIONAL BLAISE DIAGNE					
AIR FIELD SIDE - CORPS DE CHAUSSEE RUNWAY & TAXIWAY				Unidade (€)	TOTAL (€)
No.	Designação	Unidade	Quantidade		
1	Aplicação de uma camada de ABGE 0/31.5 c	M3	105 274	69,19 €	7 283 908,06 €
2	Aplicação de uma camada de ABGE 0/31.5 com 3% cimento	M3	28 329	89,87 €	2 545 927,23 €
Quantidades - Terraplanagem					
1	Aterro proveniente de excavação ou empréstimo localizado no projeto	M3	280 206	7,19 €	2 014 681,14 €
1.1	Aterro proveniente de empréstimo exterior ao projecto	M3		9,21 €	- €
2	Excavação	M3	283 511	4,95 €	1 403 379,45 €
Quantidades - Bicouche					
10	Aplicação de uma camada "bicouche"	M2	114 750	5,50 €	631 125,00 €
11	Aplicação de uma camada de impregnação	M2	114 750	2,48 €	284 580,00 €

Em março de 2014 foi assinado a última adenda ao contrato designada por “avenant 5”. Este documento formaliza a data de conclusão dos trabalhos contratuais para 31-10-2014 e descreve os valores e datas de pagamento de uma indemnização a pagar à MSF Engenharia devido ao incumprimento de pagamentos por parte do cliente.

Para além do contrato inicial, este projeto teve quatro adiantamentos ao contrato devido a trabalhos realizados a mais, reclamações financeiras e extensão do tempo de contrato. Estas alterações tiveram um impacto significativo na programação dos trabalhos contratuais, dos subempreiteiros e fornecedores e da mão de obra direta à produção. O projeto inicialmente previsto para 11 meses teve uma duração efetiva de 4 anos.

2.5 - Estaleiro

Implementado dentro do perímetro de terreno disponibilizado para a construção do aeroporto, o estaleiro foi projetado para permitir operações simultâneas envolvendo transportes pesados, nomeadamente de entregas de materiais (agregados britados, fuel, betume, equipamentos) e o transporte de betuminosos para a frente de obra, provenientes de duas centrais.



Figura 1.5 – Vista área do estaleiro da MSF Engenharia

O estaleiro dispõe das seguintes instalações:

- Atelier mecânico
- Armazém
- Escritórios
- Direção de obra
- Topografia
- Laboratório
- Cantina social
- Centrais de betuminosos
- Zona de estacionamento de equipamentos
- Zona de armazenamento de agregados britados e betume
- Báscula
- Posto de abastecimento de gasóleo
- Mesquita

O estaleiro é alimentado a gerador por não haver disponível, na zona, o fornecimento de energia. O abastecimento de água foi fornecido através de um

sistema de bombagem após a execução de um furo dentro do perímetro do estaleiro.

A rede de esgotos está ligada a uma fossa séptica. A segurança do estaleiro foi assegurada 24 horas por dia, 7 dias por semana, tendo um guarda na entrada do estaleiro e um segundo a patrulhar o perímetro do estaleiro, reforçada durante a noite com o auxílio de outros guardas e iluminação ao longo do perímetro do estaleiro.

A circulação interna do estaleiro é feita sobre uma camada de betuminosos permitindo não só minimizar o desgaste mecânico dos equipamentos e aumentar o conforto e segurança na condução dos equipamentos, como minimizar o efeito das poeiras.

Os escritórios foram construídos com recurso a estruturas modelares. Na figura número 1.6 é representado o esquema do escritório principal. Da esquerda para a direita este escritório tem as seguintes divisões operacionais: sala de reuniões, lavabos, direção de obra, servidor informático, direção de produção, QSE – Qualidade, segurança e ambiente, rececionista, recepção e serviços administrativos.

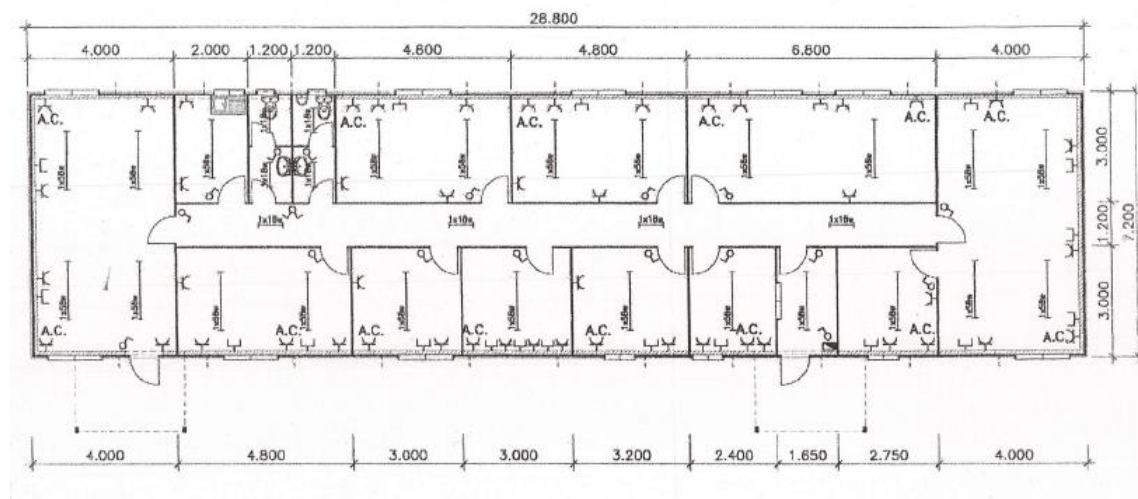


Figura 1.6 – Planta da disposição dos escritórios da direção de obra

O armazém e o atelier mecânico foram instalados através de estruturas metálicas e as restantes instalações construídas em sítio e em alvenaria.

A localização do estaleiro é estratégica, uma vez que permite otimizar as distâncias para o transporte das misturas betuminosas das centrais para a frente trabalho,

sejam estas na parte de pavimentação aeronáutica ou na parte rodoviária, a uma média de 3 quilómetros.

Este posicionamento permite assim rentabilizar em número os camiões necessários para o transporte de betuminosos dividindo por igual o número de camiões por espalhadora quando estas trabalham em zonas distintas, garantindo simultaneamente um ciclo de pavimentação sem paragens tanto na frente de trabalho como na central de betuminosos. Caso contrário, quando estas tivessem que trabalhar lado a lado, em simultâneo, iria originar tempos de espera quer junto à central de betuminosos para carregamento, quer para descarga na frente de obra, junto à pavimentadora, originando custos acrescidos.

A figura número 1.7 representa a circulação de viaturas pesadas e ligeiras funcionando num sistema de um sentido para reduzir a complexidade das operações de condução dentro do estaleiro, tempo de manobras, interface entre viaturas, segregação de viaturas ligeiras e pesadas.

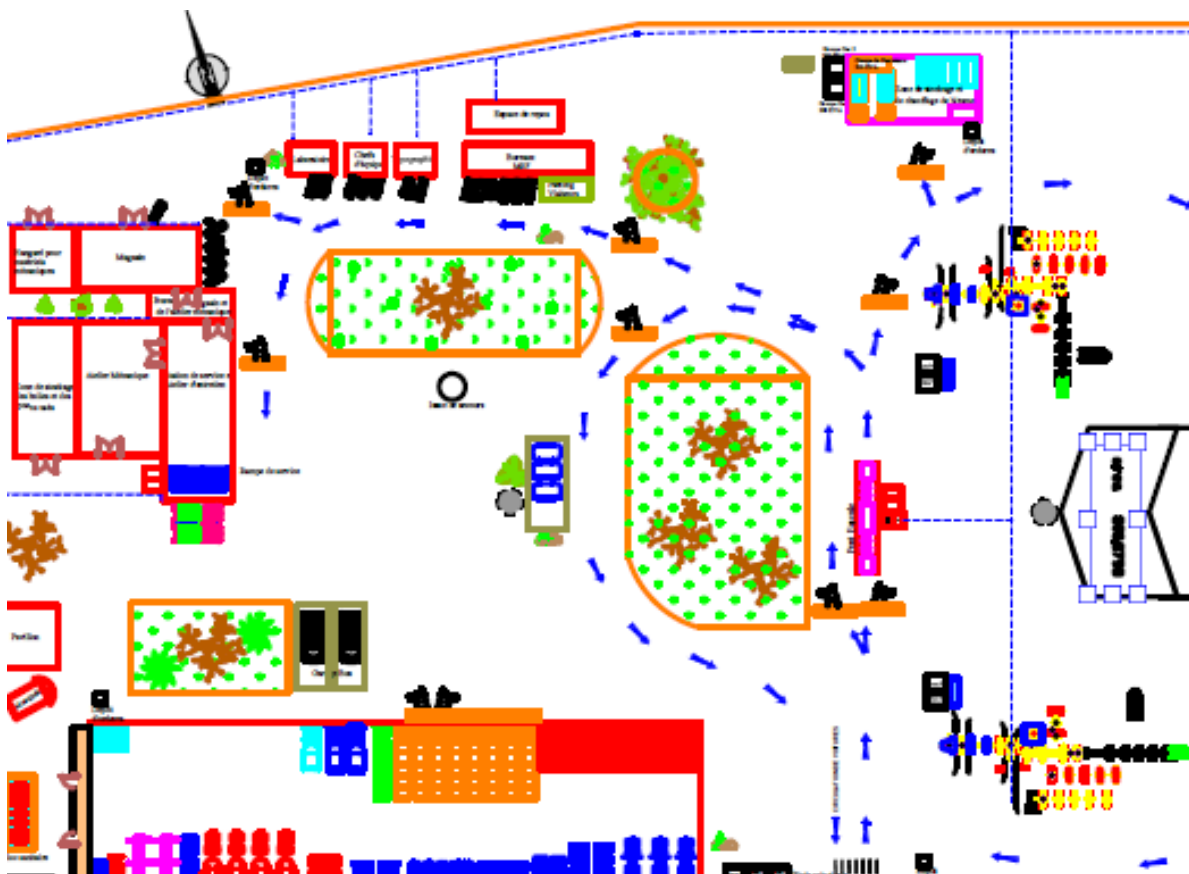


Figura 1.7 – Planta do estaleiro.

2.6 - Recursos Humanos

A equipa do projeto estava organizada por departamentos em hierarquia que reportam ao chefe funcional de cada departamento. O chefe funcional reporta, por sua vez, ao diretor de obra e, este último, reporta ao diretor de projeto. O chefe funcional de cada departamento mantém uma comunicação constante com o seu chefe hierárquico na sede da MSF Engenharia, em Lisboa. Com este discute os recursos disponíveis, a sua performance e as possíveis datas de mobilização/desmobilização. Este tipo de organização é uma combinação entre os sistemas de organização “projetizada”, onde toda a equipa do projeto reporta ao diretor de obra e uma organização do “tipo matriz”, em que os elementos do projeto reportam sucessivamente a duas hierarquias, o diretor de obra e o chefe funcional de cada departamento.

Esta organização de projeto dá ao diretor de obra um elevado suporte na discussão de soluções com ambos os chefes funcionais e permite otimizar os recursos disponibilizados para a obra, nomeadamente se for necessário efetuar uma mobilização/desmobilização não prevista. Nessa circunstância, os recursos podem ser encontrados dentro da MSF Engenharia cabendo ao chefe funcional em sede, a gestão dos seus recursos em vez de ser efetuado um recrutamento pontual por um curto período. Nesta situação motivam-se os elementos da equipa com a perspetiva de continuação no projeto e a progressão dentro da empresa. De outro modo, a organização formada exclusivamente para o projeto implica para os colaboradores o risco de perder o emprego no final do projeto.

As equipas constituídas por expatriados e quadros locais estão agrupadas nos seguintes departamentos:

- Direção de Produção.

Equipa responsável por:

- a) controlar e monitorizar todas as atividades ligadas à realização das quantidades contratuais;
- b) assegurar o cumprimento dos procedimentos da empresa tais como procedimentos construtivos, qualidade, segurança, higiene e ambiente;

c) monitorizar as necessidades de mobilização e desmobilização de recursos tais como mão-de-obra e equipamento;

d) Elaborar relatórios de produção com referência às quantidades executadas em comparação com as quantidades teóricas, à monitorização do consumo de materiais, à otimização de processos construtivos, ao controlo e análise de todos os custos associados a processos construtivos, à elaboração de planos de trabalho.

A equipa é constituída por engenheiros de frente, encarregados de trabalhos, chefe de equipe, operadores das centrais de betuminosos, condutores e manobreadores de todos os equipamentos ligados à produção.

Serviços eletromecânicos.

Responsáveis por:

- a) garantir que todos os recursos mecânicos afetos à obra estão funcionais,
- b) que as manutenções são realizadas dentro do prazo fazendo para isso um levantamento das necessidades de sobressalentes e peças de desgaste rápido para que as mesmas possam ser encomendadas e disponíveis em obra nos prazos para tal exigidos. A equipa gere ainda o parque dos equipamentos que se encontravam no Senegal, mas que não estavam afetos ao presente projeto tais como a manutenção de equipamentos em trânsito para outros projetos internacionais.

A equipa é constituída por um engenheiro mecânico, encarregado eletromecânico, lubrificadores, mecânicos, serralheiros e chefe de equipe.

- Serviços Administrativos.

Responsáveis por:

- a) o processamento salarial;
- b) pagamentos a fornecedores;
- c) emissão de faturas ao cliente;
- d) controlo das partes diárias dos colaboradores;
- e) administração de contas bancárias e do expediente;

f) do alojamento de todos os expatriados e todos os serviços associados com o alojamento;

g) Os serviços administrativos gerem igualmente as operações de desalfandegamento aéreo e marítimo com as autoridades locais.

A referir que o projeto tem um regime fiscal especial pelo que todos os equipamentos, peças, sobresselentes afetos à obra são devidamente registados e monitorizados em conjunto com as autoridades aduaneiras.

A equipa era composta por um chefe administrativo e 3 assistentes.

- Topografia.

Tem como responsabilidade:

a) implementar os modelos de obra;

b) realizar levantamentos para aferir quantidades executadas;

c) auxiliar a preparação de obra com a execução de esquemas ilustrativos, monitorização das quantidades contratuais, execução de telas finais.

A equipa é constituída por um engenheiro topógrafo, um topógrafo e auxiliares de topografia.

- Laboratório.

Equipa responsável por:

a) execução de ensaios laboratoriais aos materiais e misturas betuminosas utilizadas no projeto e assegurar o controlo de qualidade dos mesmos.

b) auxiliar no desenvolvimento de estudos de otimização de utilização de materiais nas diferentes misturas betuminosas e na monitorização e controlo dos parâmetros de qualidade contratuais.

A equipa é formada por um técnico de laboratório, um assistente de técnico de laboratório e 5 ajudantes.

Qualidade, Segurança e Ambiente.

Equipa responsável pela:

a) monitorização dos processos de qualidade, pela monitorização do cumprimento dos requisitos ambientais contratuais e referidos em procedimentos internos da empresa.

A equipa é constituída por um engenheiro de qualidade e um auxiliar.

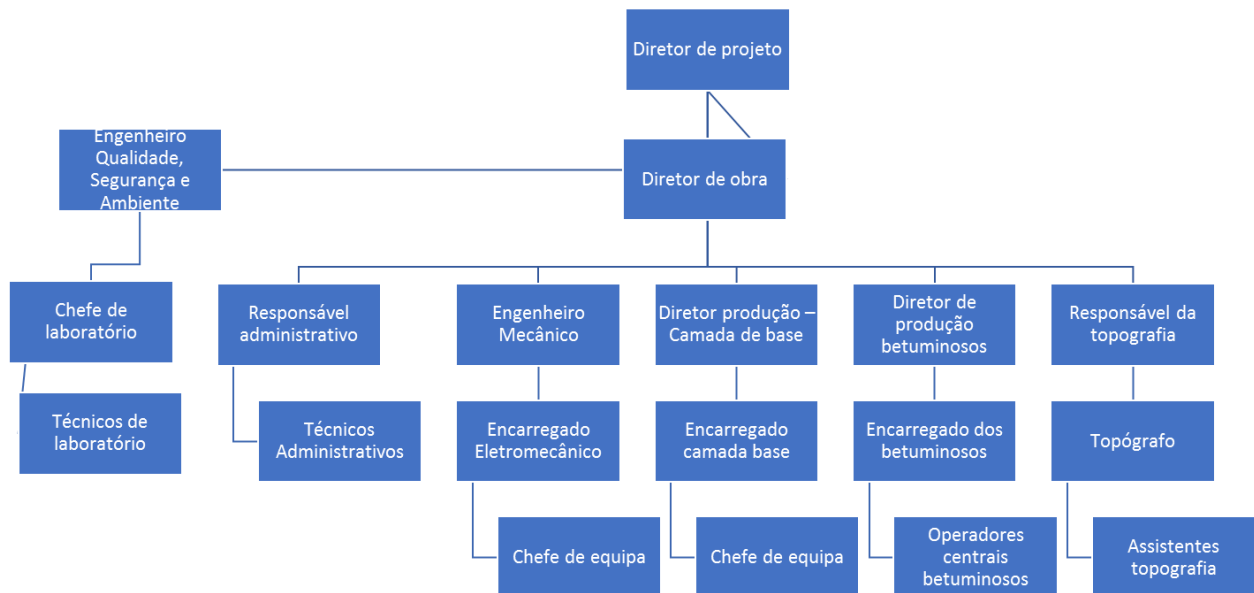


Figura 1.8 – Organograma do projeto

2.7 - Equipamento

Os seguintes equipamentos foram alocados à produção das quantidades contratuais:

Centrais de betuminosos - Duas centrais de betuminosos com capacidade para 120 toneladas por hora, da marca Intrame;

Espalhadoras – Duas espalhadoras da marca Vogele, modelos V-1800 e V-2100 com uma capacidade máxima de espalhamento de 9 metros e 12 metros, respetivamente;

Pás carregadoras – Duas pás carregadoras tipo L150 a trabalhar em conjunto com as centrais de betuminosos para auxiliar o transporte e carga de agregados britados da zona de armazenamento para a central de betuminosos;

Multifunções – Equipamento de auxílio à carga e descarga de materiais transportados em atrelados;

Cilindro de Pneus e cilindro liso – Equipamentos de compactação dos betuminosos;

Bobcat – Equipamento de auxílio da equipa de betuminosos no corte de juntas betuminosas transversais e na limpeza de superfícies antes da pavimentação;

Fresadora – Equipamento para o corte das juntas longitudinais, fresagem de zonas de reparação e microfresagem na correção altimétrica das camadas pavimentadas fora das tolerâncias da especificação do projeto;

Camião de rega de emulsões – Equipamento responsável pela impregnação das camadas betuminosas antes da pavimentação;

Camiões – Utilizados no transporte de betuminosos, de material resultante da fresagem de juntas longitudinais e transversais ou de zonas de reparação/correção altimétrica das camadas pavimentadas;

Cisterna de água – Transporte de água para os cilindros lisos;

Compressor de ar – Equipamento utilizado para a limpeza das camadas e juntas de pavimentação antes da impregnação com emulsões betuminosas;

Porta-máquinas – Utilizado para a movimentação de equipamentos nas zonas de trabalho ou para o transporte de equipamentos das frentes de trabalho para o atelier mecânico e aí realizar as manutenções/reparações necessárias;

Porta contentores – Equipamento utilizado na carga e descarga de contentores de betume.

As quantidades em centrais de betuminosos foram determinadas tendo em consideração a necessidade de alimentarem as espalhadoras nas frentes de trabalho que podem estar a trabalhar em zonas distintas e em simultâneo.

Nas escolhas dos cilindros lisos e de pneus foram considerados aqueles mesmos objetivos.

As espalhadoras desempenham um papel fundamental na execução da pavimentação. O ajuste da velocidade do equipamento em função da profundidade e velocidade da barra de tamper e conseqüente pré-compactação da camada, do

tipo de mistura betuminosa e da temperatura ambiente, é um processo complexo que faz parte da otimização de recursos e da redução de custos. Este é um sistema dinâmico que muda constantemente com as condições climáticas, distâncias de transporte e tipos de mistura.

Todos os equipamentos utilizados neste projeto são património da MSF Engenharia S.A.. O equipamento que foi alugado durante o decurso do projeto teve como objetivo substituir equipamento que poderia estar a ser reparado, ou que se encontrava em trânsito para outros projetos internacionais.

O processo encontra-se descrito em detalhe na secção de pavimentação.

2.8 - Descrição das especificações do projeto

As especificações do projeto, redigidas em inglês, língua oficial do projeto, encontram-se divididas por especialidades tais como a terraplenagem, a pavimentação betuminosa ou a drenagem. As especificações têm como suporte a norma americana “ASTM – American Society for Testing and Materials”.

O capítulo da pavimentação betuminosa tem a seguinte designação: “The new blaise diagne airport in Diass, Senegal – final design specifications, section 02741 – bituminous concrete pavement”. Este capítulo remete para regulamentos americanos tais como “MS4 - The Asphalt Handbook” do “Asphalt Institute” e os regulamentos da Administração Federal de Aviação, entidade governamental dos Estados Unidos que emite regulamentos ligados à aviação civil nos Estados Unidos - “Federal Aviation Administration (FAA) – Regulations”.

A especificação dos materiais, fabrico e pavimentação betuminosa está dividida em três partes. A parte um refere-se às condições gerais, a parte dois aos produtos e a parte três à execução.

Na parte um, – Condições gerais -, a especificação faz referência aos documentos de submissão obrigatória antes, durante e após o processo de pavimentação tais como as guias de qualidade dos fabricantes de todos os materiais importados para o projeto, a formulação a utilizar para cada mistura betuminosa, os desenhos de execução das camadas com a identificação das pinturas, das juntas entre as

diferentes zonas de circulação e parques de estacionamento. Pede ainda os relatórios de teste aos materiais e os certificados dos mesmos assinados pelos fabricantes. Prevê igualmente as medidas de controlo da qualidade tais como a verificação das qualificações da equipe de pavimentação, dos fabricantes dos materiais e da equipa de controlo laboratorial.

Na parte 2, – Produtos -, a especificação define as características dos materiais a utilizar na composição betuminosa – agregados e betume. Define igualmente as características das misturas betuminosas, o regime de testes a realizar e os parâmetros a cumprir.

Na parte três, – Execução -, refere os procedimentos no exame da camada de sub-base e os requisitos de preparação da superfície antes da aplicação dos betuminosos. Faz referência ao troço experimental, requisito obrigatório antes do início da pavimentação em zonas contratuais e às condições nas quais o troço experimental é realizado e controlado. Define as características das regas de impregnação e colagem entre as camadas betuminosas.

Menciona ainda, as condições de fabrico da mistura betuminosa nas centrais de produção, de pavimentação, das juntas frias e das juntas quentes resultantes da pavimentação usando as duas pavimentadoras em simultâneo. Termina a parte três com os requisitos do controlo de qualidade e teste, dos ensaios realizados no terreno durante a aplicação dos betuminosos, define o procedimento para a recolha de amostras, os testes aos quais a amostra deve ser submetida, os critérios de aceitação, a definição da densidade “in situ”, condições para a definição da espessura da camada, a frequência de teste e as tolerâncias.

2.9 – Controlo de custos em obra

O controlo de custos em obra é feito com recurso a um programa informático designado por SIGO – Sistema de Informação e Gestão de Obra.

Este programa permite a realização de análises financeiras aos custos diretos e indiretos da obra, relacionando os mesmos com o orçamento aprovado pela administração da empresa. Os custos diretos são custos relacionados com a

execução e produção dos elementos contratuais tais como materiais, equipamento, centrais de betuminosos, operadores. Os custos indiretos são custos relacionados com o suporte do projeto tais como serviços eletromecânicos, serviços administrativos, custos de sede, alojamento e viagens. O orçamento de obra aprovado é introduzido no SIGO, dividido por categorias de custo direto e custo indireto. Dentro de cada categoria, os custos são, por sua vez, distribuídos pelos centros de custo da obra:

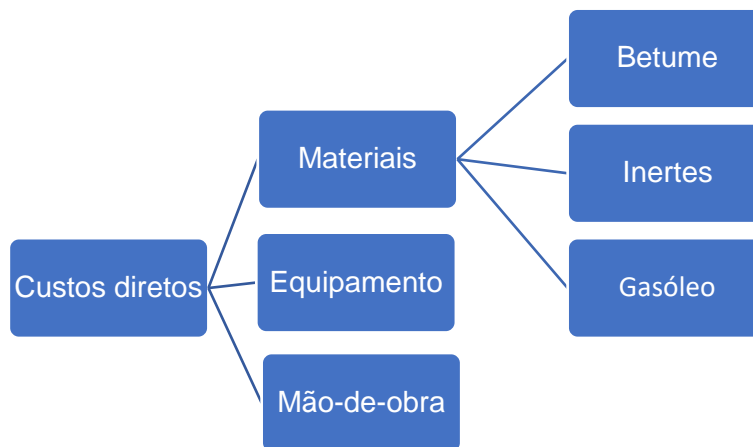


Figura 1.9 – Distribuição dos custos diretos no programa informático SIGO

Esta desfragmentação dos custos permite alocar e comparar custos dentro do mesmo centro de custos. Por sua vez, cada centro de custos tem um código. Cada código corresponde a um nível de detalhe de custo. Por exemplo, se uma fatura for codificada com o código 10 - 60 – 02 o código é traduzido da seguinte forma: 10 – Atividade Pavimentação, 60 – Equipamento de compactação, 02 – Gasóleo

Tabela 1.4 – Estrato dos códigos adotados para o centro de custos do SIGO

3415 - Travaux Pavements du Aéroport Diass

Estrutura da Obra

Tipo	Cód.	Descrição
	000000	Sem Estrutura
Estaleiro	010100	Infraestrutura do Estaleiro
Estaleiro	010105	Caminhos, Acessos ao Estaleiro e Frentes Trabalho
Estaleiro	010125	Rede de Esgotos
Estaleiro	010130	Rede de Ar e Água
Estaleiro	010135	Rede Electricidade e Comunicações
Estaleiro	010155	Instalações Administrativas
Estaleiro	010160	Instalações Sociais
Estaleiro	010165	Instalações Industriais
Estaleiro	010170	Custos c/ Informática + Eq.to
Estaleiro	010190	Serviços Gerais do Estaleiro
Inst.Prod.	010261	Fabrico de Betão Betuminoso(Central1)
Estaleiro	010415	Gruas Automóveis
Estaleiro	010425	Elevadores/Bailéus/Montacargas/Plataformas

Todos os custos em obra são codificados utilizando para isso códigos definidos no início da obra e comunicados aos diversos departamentos. Cada departamento é responsável por codificar os custos incorridos na sua área de trabalho pois apenas este tem conhecimento da sua origem. Por exemplo, o departamento eletromecânico codifica a utilização de lubrificantes utilizados por equipamento.



Figura 1.10 – Distribuição dos custos diretos no programa informático SIGO

A codificação das faturas é auditada pelos serviços administrativos, responsáveis por “carregar” diariamente esta informação no programa informático SIGO. A cada final de mês, os custos são analisados pela direção de obra que compara os custos

incorridos com os custos previstos em orçamento e a faturação realizada. Através desta análise mensal, as margens de lucro e os centros de custos são analisados e reportados à administração da empresa.

O programa compila os custos pelos diferentes centros de custos e produz relatórios que são anexados ao relatório mensal enviado pelo diretor de obra para a coordenação de obra. Exemplos de relatórios produzidos pelo SIGO são:

- Evolução económica da obra – Produção / Contabilidade analítica: Análise dos centros de custo pelas quantidades produzidas (Produção) ou pelas faturas relacionadas com a produção (Contabilidade analítica) comparadas com o volume de faturação ao cliente;
- Controlo de trabalhos a mais ou a menos: identificação de variações nas quantidades realizadas e a comparação com a faturação das mesmas;
- Gestão da obra em preços secos – Análise à produção com preços secos, ou seja, sem margem de lucro;
- Síntese de contas analíticas - Todas as faturas lançadas á obra e processadas em SIGO à data divididas por centro de custos;
- Resultados das instalações de produção: foi definido que as centrais de betuminosos “vendem” materiais à frente de trabalho gerando um proveito. Este proveito é comparado com o custo de fabrico dos materiais;
- Comparação entre autos e atos por atividade ou por trabalhos. Autos incluem as quantidades faturadas ao cliente e atos as quantidades realizadas. As quantidades faturadas mensalmente ao cliente são fechadas no dia 21 de cada mês, criando uma diferença nas quantidades executadas no mês, mas por faturar, aqui definidas como ato;
- Síntese de controlo de preços secos por atividade - Análise dos custos sem proveitos às atividades contratuais, variações que permitem identificar perdas ou ganhos financeiros.

Se existirem alterações no contrato seja no valor dos trabalhos a faturar ou na duração dos mesmos, é feita pela direção de obra uma reorçamentação da obra. A reorçamentação de obra inclui a elaboração de um novo Plano Geral de Trabalhos,

cronograma financeiro e um orçamento para a realização dos restantes trabalhos contratuais.

Este reorçamento, uma vez aprovado pela administração, é inserido no programa informático SIGO para que os custos sejam comparados com a mais atualizada informação contratual.

Uma vez por ano, em outubro, a direção de obra apresenta pessoalmente ao conselho de administração da empresa, os resultados da obra e as razões das variações obtidas, caso existam. Com esta informação a empresa prepara os resultados anuais e elabora as projeções de faturação para o ano seguinte.

Tabela 1.4 – Controlo de custos do programa informático SIGO

3415 - Travaux Pavements du Aeroport Diass

Evolução Económica da Obra - Produção

Ano/Mês: 2012/06
Fecho Definitivo.
Moeda: EUR

Conta	Designação	Real			
		Mês	%	Acumulado	%
97	Proveitos				
9701	Proveitos a Cliente	993,599.50	40.07	48,327,536.71	112.55
	Revisão de Preços/Indemniz.de Cliente	701,686.05	28.30	1,840,654.23	4.29
9702	Diversos	0.00	0.00	0.00	0.00
9707..08	Result.Cedênc.e Vd.a Terceiros	0.00	0.00	239,988.12	0.56
	Total dos Proveitos	1,695,285.55	68.38	50,408,179.06	117.40
	Custos				
96	Custos Directos				
	10-TRABALHOS DE ESTRADAS				
	Materiais	688,030.72	27.75	29,813,008.66	69.43
	Equipamentos	77,291.16	3.12	3,151,301.02	7.34
	Mão de Obra	27,427.79	1.11	747,724.91	1.74
	Subempreitadas	0.00	0.00	0.00	0.00
	Outros Custos	0.00	0.00	124,283.57	0.29
	Total	792,749.66	31.97	33,836,318.16	78.80

Este programa informático compara custos e a faturação previstos com os obtidos mensalmente. Conduto, a justificação dos desvios é realizada através da análise da produção. Estes custos que são analisados no capítulo 3 – Materiais e capítulo 4 – Pavimentação.

Capítulo 3 - Materiais

3.1 - Introdução

A análise dos materiais de construção é um elemento fundamental na monitorização e controlo de custos e qualidade. A menor variação no consumo de materiais é traduzida por uma variação financeira.

Nas composições betuminosas deste projeto, apenas dois materiais são misturados para a obtenção do produto final, são eles o betume e os agregados britados.

Neste capítulo é feita uma descrição das características dos materiais, das suas especificações, dos controlos de qualidade implementados durante os diversos processos de fabrico e os mecanismos de controlo de custos.

O detalhe do controlo de custos abrangido neste capítulo não é perceptível na análise dos resultados do programa informático SIGO. Este programa compara alíneas de preço divididas e analisadas por mês. Uma variação da alínea de preço é uma indicação que um processo está a ser executado de forma diferente da definida no orçamento aprovado. A causa desta variação tem de ser analisada em detalhe. Aguardar pelo fecho mensal de custos do SIGO pode ter consequências financeiras gravosas que, podendo ser estancadas, não são recuperáveis. É por isso importante manter durante a sua execução um controlo de custos nos diversos processos construtivos ligados à produção.

3.2 - Agregados britados

3.3 - Identificação e origem dos agregados

Os inertes utilizados para este projeto foram fornecidos por duas pedreiras, são elas a GECAMINES e a COGECA. O recurso a dois fornecedores teve em vista garantir o constante fornecimento de materiais e assim evitar custos de paragem no fabrico por falta de material. Se uma pedreira tiver problemas técnicos de exploração e processamento dos agregados ou outros problemas tais como greves

ou condicionamentos rodoviários na entrega de material, a segunda pedreira funciona de algum modo como um sucedâneo para estes eventos.

No entanto, o fornecimento de agregados por dois fornecedores aumenta a complexidade técnica do controlo da qualidade dos materiais. Ambas as centrais fornecem basalto, mas com diferentes densidades de material o que pode fazer variar a densidade da mistura betuminosa.

3.4 - Granulometria dos agregados

As granulometrias adotadas para as misturas betuminosas foram as mesmas utilizadas na construção da autoestrada entre Patte D'Oie e Pikine em Dakar, Senegal. Neste projeto foram utilizados com sucesso as granulometrias exigidas pelas especificações do projeto AIBD. A granulometria para a camada de macadame é 0/25 mm e para a camada de desgaste, 0/16 mm.

Para a camada de macadame, a mistura 0/25 mm é constituída por quatro fusos granulométricos: 0/3 mm, 3/8 mm, 8/16 mm, 16/25 mm. Para a camada de desgaste 0/16 mm, a mistura 0/16 mm é constituída por três fusos granulométricos: 0/3 mm, 3/8 mm, 8/16 mm.

3.5 - Transporte e armazenamento

O controlo e a monitorização do transporte e carga dos materiais da pedreira até à zona de armazenamento do projeto é de extrema importância pois durante este processo as propriedades do material são alteradas.

No momento do carregamento em camiões para transporte das britas, a altura do stock de material na pedreira influencia a qualidade do material. Se a altura do stock for muito baixa, a pá carregadora terá tendência em executar carregamentos raspando com a pá no solo contaminando o material ou, pelo contrário, se o stock estiver muito elevado, a agitação do balde provoca segregação do material e em climas atmosféricos quentes como o Senegal, a perda de elementos finos em

poeira e vento. Visitas frequentes às pedreiras permitem acompanhar o manuseamento dos materiais nas diferentes fases de fabrico.



Figura 2.1 – Carregamento de agregados britados na pedreira GECAMINES

A inspeção dos veículos utilizados para o transporte é fundamental, uma vez que o fabrico e a carga podem ser perfeitos, mas se o veículo de transporte não estiver limpo, o material acaba por ser contaminado. Todas as descargas de materiais são acompanhadas por um supervisor. No caso de uma contaminação ser identificada, é criado um registo com a identificação do material, do fornecedor, do camião utilizado para o transporte e do condutor. Este registo é utilizado para efetuar uma reclamação formal ao cliente.




Figura 2.2 – Registo fotográfico de material britado contaminado antes da descarga

A contaminação do material leva frequentemente a paragens nas instalações de produção. O rompimento dos peneiros de crivagem após o tambor de aquecimento e o encravamento do elevador de inertes são os problemas mais comuns.

Por último o material é armazenado em zonas dimensionadas para o efeito. O armazenamento dos materiais deve obedecer a um planeamento baseado na

relação entre o material consumido nas centrais de produção e o volume de material disponível nas zonas de armazenamento para os diferentes tipos de agregados. Esta análise permite assegurar a disponibilidade de material para corresponder às exigências da produção. Este volume é verificado regularmente através de levantamentos topográficos.

Tabela 2.1 – Registo topográfico dos levantamentos efetuados na zona de armazenamento dos agregados

 AEROPORT INTERNATIONALE BLAISE DIAGNE <i>Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier</i>			
Descrição: Volume de inertes Data: 31/03/2012			
Stock 1 - 0/3	2500,238	Stock - 3/8	2155,327
Stock 2 - 0/3	1408,073	Stock - 8/16	770,254
Stock 3 - 0/3	2029,562	Stock - 16/25	1946,236
Stock 4 - 0/3	1872,08	Material Rejeitado- Central 1	279,246
		Material Rejeitado- Central 2	235,851

O excesso de material armazenado pode levar ao transbordo de material por entre as baias de armazenamento dos diferentes tipos de agregados. Esta situação resulta numa contaminação do material. Para cada fuso granulométrico da mistura betuminosa, a central dispõe de um crivo que assegura o controlo da granulometria do material antes de entrar no queimador. Exemplo prático de uma granulometria incluída na mistura betuminosa com um fuso entre 16-25 mm: este material é crivado por um crivo que permita a passagem de material até 25 mm. O material que não passa neste crivo é excluído da mistura e agrupado no que é conhecido por “material rejeitado” ou “rejeito” da central. Este material representa um desperdício, não só no material em si mas em todo o seu percurso até ser rejeitado:

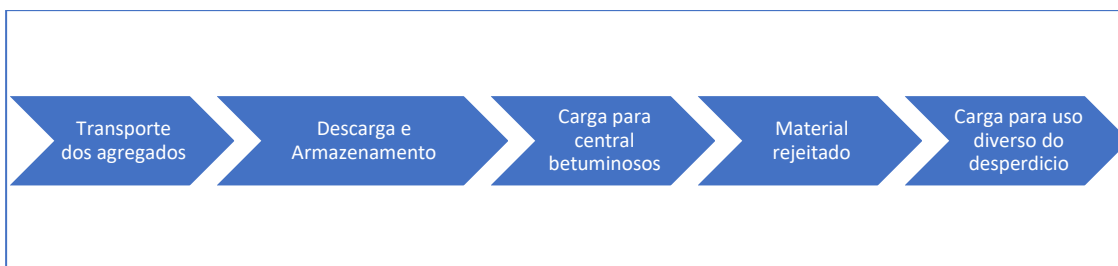


Figura 2.3 – Fases de custo de um agregado rejeitado pela central de betuminosos

3.6 – Mecanismos de monitorização e controlo de custos

As variáveis na gestão dos agregados britados requerem a implementação de controlos de qualidade e custo. No seguinte quadro utilizado no projeto, é feito um registo do material rececionado em obra designado por “Entrada” em toneladas, do material consumido pela central de betuminosos aqui denominado por “Consumo” e do stock teórico que é indicado como sendo a diferença entre a “entrada” menos o consumo, e o stock real que é conferido através de uma medição topográfica.

Tabela 2.2 – Registo topográfico dos levantamentos efetuados na zona de armazenamento dos agregados

MSF ENGENHARIA		ANALISE STOCK BASALTO - PRODUÇÃO						nov/11	
Inertes									
	Entrada (ton)				Consumo (ton)			Stock (ton)	
	Mês	Anterior	Desvio Bascula	Acumulado	Mês	Anterior	Acumulado	Teorico	Real
Basalte 0/3	17 867	85 405	1,44%	101 786	14 018	58 761	72 780	12 600	2 733
Basalte 3/8	5 687	26 384	1,54%	31 576	7 507	28 845	36 352	- 4 776	3 093
Basalte 8/16	14 742	58 974	0,87%	73 075	12 769	52 208	64 977	8 099	1 771
Basalte 16/25	1 568	30 783	0,43%	32 212	3 080	23 085	26 164	6 048	2 152
Filler	-	-	-	-	2 599	10 085	12 684	-	-
Filler rec.	-	-	-	-	837	2 885	3 723	-	-
TOTAL	39 864	201 546		238 649	40 810	60 622	216 679	21 970,24	9 749,72

Mês	% Perda
fev/11	-
mar/11	-
abr/11	3,4%
mai/11	3,0%
jun/11	6,2%
jul/11	7,3%
ago/11	7,3%
set/11	5,9%
out/11	6,0%
nov/11	4,6%

Desvio	12 220,51
Rejeito (m3)	537,10
Rejeito (ton)	1 127,91
Perda	11 092,60
% Perda	4,6%
Distribuição da perda nas centrais	
Azul	Branca
58%	42%

O desvio é tido como a diferença entre o “stock teórico” e o “stock real”. Neste caso prático, no mês de novembro de 2011, existe uma perda acumulada de 12.220 toneladas.

A quantidade identificada por “rejeito” aparece mencionada em metros cúbicos pois resulta de um levantamento topográfico ao “stock” de rejeito. É posteriormente convertido para toneladas multiplicando-o pela densidade do material.

O valor indicado como perda resulta da diferença entre o desvio e o rejeito, neste caso de 11.092 toneladas para um total de 238 649 toneladas entregues o que é traduzido por uma percentagem de perda de 4.6 %.

O custo dos agregados neste projeto é formado pela soma das seguintes parcelas:



Figura 2.4 – Custo dos agregados

Com a identificação de percentagem de perda, o custo do material mostra-se substancialmente afetado. É importante identificar as razões desta perda e aplicar mecanismos de controlo. Um mecanismo de controlo introduzido no projeto é o controlo da pesagem dos materiais. Este controlo permite efetuar uma comparação entre o peso anunciado na guia de transporte do fornecedor e o peso aferido em obra por uma balança calibrada da MSF Engenharia.

A tabela 2.3 mostra a comparação das pesagens entre o fornecedor e a balança do projeto para o material britado 0 – 3 mm. O registo é feito diariamente e compilado mensalmente. A diferença das pesagens entre o material anunciado pela guia do fornecedor e o verificado na balança MSF Engenharia é de 1,085 %.

A tabela 2.3 mostra a comparação das pesagens entre o fornecedor e a balança do projeto para o material britado 0 – 3 mm. O registo é feito diariamente e compilado mensalmente. A diferença das pesagens entre o material anunciado pela guia do fornecedor e o verificado na balança MSF Engenharia é de 1,085 %.

Tabela 2.3 – Controlo das quantidades dos agregados entregues em obra

CONTROLO BASALTO						
dez/13						
Dia	0/3 HP 200		3/8		8/16	
	Guia entrega	Balança MSF	Guia entrega	Balança MSF	Guia entrega	Balança MSF
1	0	0	0	0	0	0
2	303	305	0	0	374	381
3	697	702	0	0	478	488
4	0	0	0	0	295	303
5	605	602	0	0	582	585
6	31	31	379	383	531	537
7	0	0	116	117	29	30
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	357	359	145	31
10	0	0	0	0	295	299
11	352	352	917	914	145	149
12	145	146	654	651	0	0
13	182	184	0	0	0	0
14	184	189	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1 158	1 164
17	976	975	0	0	885	887
18	299	302	0	0	0	0
19	293	297	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4 069	4 085	2 422	2 424	4 917	4 854
DIF. %	-0,41%		-0,08%		1,29%	
DIF. Ton	17		2		-63	

3.7 - Betume

O betume é um elemento especialmente importante no controlo e monitorização de custos do projeto, de tal forma que é faturado em alínea á parte dos restantes trabalhos contratuais. Este material não só entra nas composições betuminosas do

macadame e do desgaste, mas também como material utilizado no fabrico da impregnação “Cutback 01” e na rega de colagem “400/600”.

Nas misturas betuminosas, a percentagem de betume é muito inferior à percentagem dos agregados britados. Contudo, o custo do betume é muito superior ao dos agregados. Dando o exemplo da formulação da mistura betuminosa macadame, a percentagem de inertes é de 95.7% da mistura e a de betume é, apenas, de 4.3%.

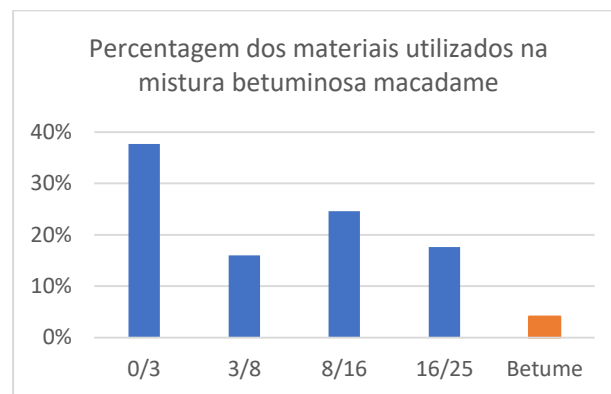


Figura 2.5 – Percentagem dos materiais utilizados na mistura betuminosa macadame

O custo médio da tonelada de betume é de 610€. O custo médio dos inertes por tonelada é de 14,25€, exceto para o agregado britado de granulometria entre 0-3 mm que é, por tonelada, de 8,61€.

Numa tonelada de mistura betuminosa macadame, a percentagem de betume é de 4.3%. O custo do betume numa tonelada de mistura betuminosa macadame é calculado pela seguinte fórmula: $4.3\% \times 610\text{€} = 26,23\text{€}$.

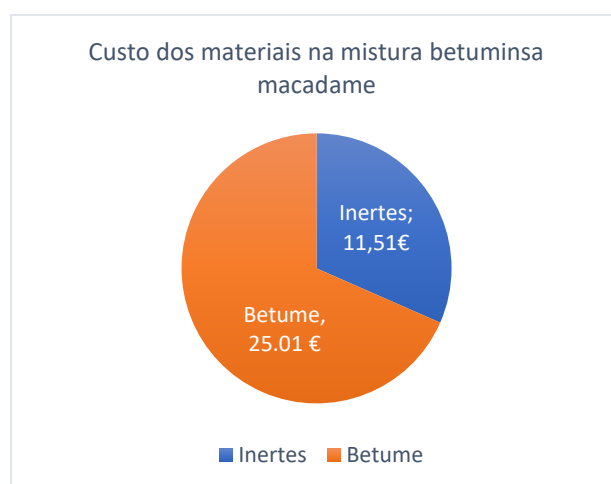
O custo dos inertes é calculado de forma semelhante. O custo de cada granulometria presente numa tonelada de mistura betuminosa macadame é detalhado na tabela 2.4:

Tabela 2.4 – Custo dos agregados na composição betuminosa macadame

Custo dos agregados na mistura macadame				
Agregado britado	% na mistura	Quant (Ton.)	Preço unitário (€)	Preço total (€)
0/3	38%	0,38	8,61 €	3,25 €
3/8	16%	0,16	14,25 €	2,28 €
8/16	25%	0,25	14,25 €	3,51 €
16/25	18%	0,18	14,25 €	2,51 €
Total				11,54 €

O custo dos materiais numa tonelada de mistura betuminosa macadame é a soma entre o custo do betume de 26.23€ e o custo dos inertes de 11,51€, de um total de 37,74€ por tonelada produzida.

Figura 2.6 – Custo dos materiais utilizados na mistura betuminosa macadame



Este custo do betume apenas representa o valor do material, não inclui os custos associados aos diferentes procedimentos necessários para a sua utilização em obra tais como:

- Custo do transporte;
- Custo do aquecimento;
- Custo do armazenamento;
- Custo da mão-de-obra.

3.8 - Identificação e origem do betume

O betume foi fornecido por um só fornecedor, a empresa Termcotank. O betume é importado de diversas localizações mundiais, transportado para o Senegal por via marítima, desalfandegado e transportado para a sede da empresa Termcotank, em Dakar. A logística de entrega dos contentores é feita juntamente com a direção de obra tendo em conta os consumos e a capacidade de armazenamento. O contrato celebrado com a Termcotank prevê a entrega de 22.900 toneladas de betume durante 11 meses, cerca de 2081 toneladas por mês, 70 contentores por mês.

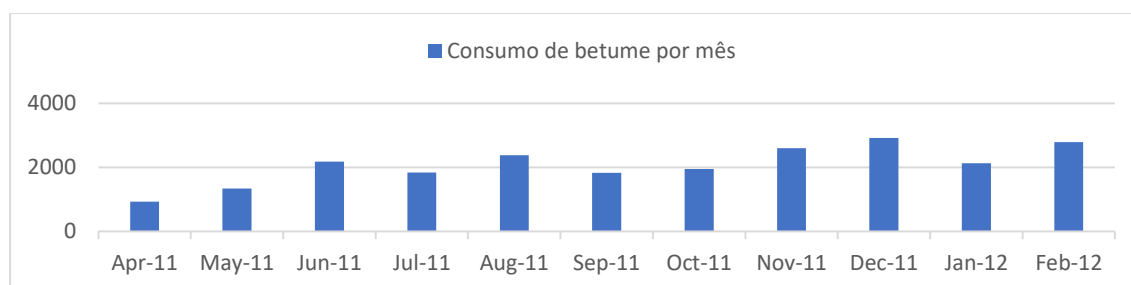


Figura 2.7 – Consumo de previsto no contrato de fornecimento de betume no projeto

A previsão de consumo foi construída a partir do Plano Geral de Trabalhos. A percentagem de betume utilizada para o cálculo da estimativa de consumo teve por base elementos históricos, tais como composições betuminosas utilizadas com sucesso e com características semelhantes às solicitadas pelo projeto. Foram adotadas as seguintes percentagens de betume nas composições:

- Camada de macadame 4.3%;
- Camada de desgaste 4.5 %;
- Cutback 01 80% de betume;
- 400/600 60% de betume.

Posteriormente foi celebrado um aditamento ao contrato celebrado entre a MSF Engenharia e o empreiteiro principal SBG, designado por “avenant nº2”, tendo por objeto o fornecimento de betume em trabalhos adicionais. Este aditamento, mencionado mais acima no Capítulo I, incluiu trabalhos de pavimentação dos acessos ao aeroporto e estradas de circulação interna. Para a execução destes trabalhos, foi acordada com a Termcotank uma quantidade adicional de 8.352

toneladas de betume. A quantidade de betume a consumir é revista periodicamente pois a mesma varia em função das percentagens utilizadas no fabrico dos diferentes produtos.

As alterações dos termos contratuais elevam as dificuldades de gestão do fornecedor. No contrato inicial de fornecimento estava prevista uma duração de 11 meses. Com as diversas alterações, o projeto teve acréscimos de duração, tendo sido concluído ao fim de 4 anos. Isto representa uma significativa alteração não só na programação de entrega do material como no cronograma financeiro do fornecedor. Contudo, as quantidades para o consumo de betume mantiveram-se as mesmas depois da primeira alteração ao contrato designada por “avenant 2”.

O processo de controlo inicia-se com a receção do betume em obra. O circuito do betume em obra começa com a análise de qualidade. Uma vez aprovado, os contentores são aquecidos através de resistências elétricas introduzidas na base dos contentores. Concluído o aquecimento, o betume é bombado para as centrais de betuminosos. Os contentores vazios são armazenados em obra para posteriormente serem recolhidos pelo fornecedor.

As vantagens e desvantagens deste formato de entrega quando comparadas ao processo tradicional de entrega de betume em cisterna a quente são:

Vantagens:

- Grande capacidade de armazenamento de betume em obra reduzindo riscos de paragem na produção e fabrico por falta de material;
- Preservação da qualidade do material desde o enchimento do contentor até á sua descarga;
- Custo de armazenamento reduzido quando comparado com o betume entregue a quente, uma vez que o betume não necessita de ser aquecido até à sua descarga.

Desvantagens:

- Tempo do ciclo de aquecimento e descarga até o material ficar disponível para ser utilizado pela central de betuminosos;
- Energia despendida para aquecimento do betume;

-
- O espaço necessário para o armazenamento e movimentação dos contentores;
 - Logística na movimentação dos contentores das zonas de armazenamento para as zonas de pesagem, aquecimento e descarga.

3.9 - Tipo de betume

Dois tipos de betume foram utilizados neste projeto com respeito às exigências do caderno de encargos e ao tipo de mistura betuminosa:

- Mistura betuminosa para macadame – Betume tipo 50/70;
- Mistura betuminosa para desgaste – Betume tipo 35/50.

A tipologia definida nas especificações está relacionada com o ensaio da penetrabilidade do betume. Este ensaio consiste na medição em laboratório da penetração de uma agulha no betume aquecido. O valor registado deve estar em conformidade com os valores padrão exigíveis para o tipo de mistura desejado.

3.10 - Controlo de qualidade do betume

O controlo de qualidade inicia-se assim que o fornecedor identifica os contentores de betume a serem entregues em obra em resposta ao pedido de consumo. Nesta fase, os contentores ainda se encontram na origem, em localizações diversas tais como Argentina, Japão, Índia. O fornecedor informa a obra sobre a identificação dos contentores, a data prevista de entrega, o peso de cada contentor, indicando a tara e o peso bruto e as propriedades do material através de uma ficha de qualidade.

O controlo em obra inicia-se com a pesagem, logo que o contentor é recebido. No contrato celebrado com o fornecedor foi definida a seguinte fórmula para determinar a conformidade do peso líquido do contentor:

Equação 2.1 – Formula de verificação do peso de um contentor

$$\frac{\text{Poids Brut Sur MSF} - 0,2 - \text{Tare Conteneurs}}{\text{Poids Net Sur BL}} \times 100$$

- “Poids brut sur MSF” – Peso bruto pesado no estaleiro da MSF Engenharia
- “0,2” – Este valor representa o peso máximo dos resíduos restantes no contentor após a descarga do betume – 0.2 toneladas
- “Tare Conteneurs” – Tara dos contentores
- “Poids Net Sur BL” – Peso bruto indicado na guia de transporte.

Se o valor calculado for inferior a 98%, o peso do contentor encontra-se não conforme. Nesta situação, o contentor é armazenado á parte dos restantes contentores e é enviada uma carta ao fornecedor em reclamação. Ver anexo 1 - Ficha de controlo de betume. Se for aceite, o fornecedor emite uma nota de crédito em função do peso e do preço do betume.

Na primeira pesagem, o peso bruto do contentor é registado. Este valor é utilizado novamente após a descarga do betume para comparação e verificação de que a descarga foi corretamente efetuada, que o contentor se encontra vazio e que o peso líquido do betume foi efetivamente descarregado na central de betuminosos. Ver Anexo 2 – Registo de pesagem dos contentores

Uma vez pesado, o contentor cheio é transferido para a zona de armazenamento e as suas referência e peso são introduzidos numa ficha de controlo de armazenamento. Nesta ficha são registados a data de entrega, o número do contentor, o peso bruto do contentor, a tara do contentor e a quantidade descarregada. Através deste registo é possível determinar à data, a quantidade descarregada e a quantidade em armazenamento. Ver anexo 3 – Registo interno de obra - Resumo dos contentores de betume a maio 2011.

As características do betume enquanto material são também avaliadas no momento da receção do betume em obra através da realização de ensaios laboratoriais, nomeadamente do ensaio de anel e bola e ensaio de penetrabilidade. Estes dois ensaios são um requisito contratual mencionado nas especificações técnicas do projeto. Os resultados são obtidos e registados em laboratório e, caso não seja

verificada a conformidade dos resultados, os contentores são armazenados à parte e é feita reclamação. Ver Anexo 4 – Registo interno de obra - Ensaio de penetrabilidade

3.11 - Transporte e armazenamento

O contrato especifica ainda a duração do armazenamento dos contentores por parte do fornecedor. Uma vez desalfandegados, o fornecedor pode armazenar os contentores nas suas instalações até um prazo de 30 dias, fim do qual o custo do armazenamento, de 15 euros é debitado ao projeto, por contentor e por dia. As razões que levam a obra a não receber o betume podem estar relacionadas com paragens de produção devido a avaria mecânica ou por falta de pagamento por parte do cliente que podem obrigar à suspensão temporária dos trabalhos. Naturalmente, nesta situação não permite o escoamento do stock de betume.

Outra condicionante é o meio de transporte dos contentores utilizado pelo fornecedor. O transporte é feito a partir do local de armazenamento do fornecedor em Dakar para o projeto em Diass. O preço acordado em contrato prevê o transporte de um contentor cheio de Dakar para o projeto em Diass e do contentor vazio no sentido inverso.

O custo do transporte é igual para ambos os tipos de betume (35/50 e 50/70) e tem um custo de 41,97€ por contentor. Este custo inclui todos os gastos incluídos no transporte.

3.12 – Mecanismos de monitorização e controlo de custos.

A faturação betume obedece a regras diferentes consoante o tipo de trabalho executado. Para cada mistura betuminosa – macadame e desgaste - existem duas alíneas de preço, sendo elas a quantidade aplicada de cada mistura betuminosa medida pelo seu volume e a quantidade de betume utilizado em cada uma destas misturas medido em toneladas. Estes valores são confirmados por ambos cliente e empreiteiro através do cruzamento de informação entre os levantamentos

topográficos das zonas concluídas e pela monitorização das quantidades de betume entregues em obra.

Para as impregnações “Cutback 01” e rega de colagem “400/600”, as quantidades são faturadas ao cliente em metros quadrados. Não existe separação para a quantidade de betume utilizado no fabrico destes produtos.

Na construção do preço das misturas betuminosas foram considerados todos os elementos envolvidos no seu fabrico, exceto o betume. Daí que a ficha de preço inclua os equipamentos, a mão-de-obra e materiais, excluindo o betume. Ver anexo ficha de preço do macadame e desgaste.

3.13 - Custo aquecimento de betume

Sendo o betume fornecido a frio em contentores marítimos, é necessário aquecer o betume para poder ser bombado e armazenado na central de betuminosos. Para realizar o aquecimento, o fornecedor disponibiliza conjuntos de resistências elétricas de 10 KW e painéis de controlo de 100 KW que, ligados a um gerador, geram calor suficiente para o aquecimento das cerca de 30 toneladas de betume e assim possibilitar a extração do betume para a central de betuminosos. Cada contentor pode ser equipado com 32 resistências.



Figura 2.8 – Resistências elétricas e painel de controlo do aquecimento

O betume é bombado quando a temperatura média do contentor se encontra na ordem dos 140 graus.

O aquecimento do betume tem lugar junto da central de betuminosos para possibilitar a bombagem utilizando a bomba de betume da central de betuminosos. Próximo a esta área, o quadro de controlo das resistências é instalado a uma distância que permita a boa ligação entre o gerador que fornece energia ao painel

de controlo do aquecimento e às resistências elétricas. A zona de descarga do betume tem uma inclinação suficiente para facilitar o escoamento do betume pelo orifício por onde o mesmo está a ser bombado. Esta inclinação não pode ser muito acentuada uma vez que o contentor tem uma pequena abertura de cerca de 0,3 X 0,3 metros no topo do contentor. Esta abertura permite a recolha de betume a frio para amostras laboratoriais e para a inspeção do contentor após a descarga. Uma vez que o betume expande durante o aquecimento, o risco de derrame por esta abertura é elevado se a inclinação da superfície do local da descarga for muito acentuada. Neste caso, a inclinação da superfície é de, apenas, 5%.




Figura 2.9 – Aquecimento dos contentores de betume

Para o aquecimento do betume é necessário um gerador que fornece energia aos painéis de controlo e às resistências elétricas. O ciclo de aquecimento do betume é aferido, a cada descarga, no controlo e monitorização dos custos de gasóleo do gerador e para a gestão de betume quente disponível. Ver anexo 5 – Ficha de controlo do betume (aquecimento)

Através do registo do número de horas de aquecimento do contentor de betume pode concluir-se que o processo tem uma duração de 15 horas.

Tabela 2.5 - Registo do projeto dos tempos de aquecimento e quantidades de betume descarregadas

		Central Azul - Ciclo de aquecimento de betume com 32 Resistencias; 15 h de Aquecimento						
		29/out	30/out	1/nov	2/nov	3/nov	4/nov	5/nov
1º Painel Aquecimento	Hora início	07:00	13:00	02:00	08:00	01:00	07:00	13:00
	Quantidade betume	28	28	28	28	28	28	28
	Hora descarga	22:00		17:00	23:00	16:00	22:00	
Total		28	28	28	28	28	28	28
2º Painel Aquecimento	Hora início aquecimento	13:00	04:00	09:00	15:00	10:00	01:00	07:00
	Quantidade betume	28	28	28	28	28	28	28
	Hora início aquecimento		19:00	24:00:00			16:00	22:00
Total		28	28	28	28	28	28	28
Total betume descarregado (1º Painel + 2º Painel)		56	56	56	56	56	56	56

Para a possibilitar o aquecimento do betume, foi disponibilizado um gerador com uma potência de 700 KW. O consumo médio de um contentor é de 53 litros por hora e um custo horário de 9.53€. O gasóleo tem um custo de 0,91€. O custo da utilização do gerador durante as 15 horas de aquecimento do betume é definido através do seguinte cálculo:

- Custo do gasóleo – 53 litros por hora X 15 horas X 0,91€ = 723,45€;
- Custo do gerador – 15 horas X 9,53€ = 142,95€.

Total = Custo do gasóleo + Custo do gerador = 723,45€ + 142,95€ = 866,4 €

Um total de 866,4€ é o custo do gerador e do combustível despendido para o aquecimento de 28 toneladas de betume, ou seja, o custo da utilização do gerador por tonelada aquecida de betume é de 30,94€.

Outra forma de controlar este custo é a do registo dos litros de gasóleo utilizados para reabastecer o gerador durante um período de tempo a relacionar com o número de litros utilizado com a quantidade de betume consumida pela central de betuminosos nesse mesmo período. O valor do consumo de betume é fornecido pelos controladores da central de betuminosos e a quantidade de litros pelo registo de gasóleo a partir do camião de abastecimento.

Esta monitorização é demonstrada na tabela que segue.

Tabela 2.6 - Registo do projeto dos tempos de aquecimento e quantidades de betume descarregadas

Mês	Consumo betume por central (ton)			Consumo gasóleo gerador p/ aquecimento betume			Consumo médio mensal (litros / ton betume aquecida) - Central 006	Consumo médio mensal (litros / ton. betume aquecida) - Central 005
	TOTAL	Central 006	Central 005	Central 006	Central 005			
jan/11	-							
fev/11	-							
mar/11	117	117		3 439			29	
abr/11	476	476		16 481			35	
mai/11	609	609		25 998	652	595	43	
jun/11	1 470	1 270	200	29 985	4 704	-	24	30
jul/11	1 343	866	478	22 401	5 234	15 493	26	43
ago/11	1 098	566	532	17 074	12 334	5 171	30	33
set/11	1 351	820	530	23 401	8 434	9 421	29	34
out/11	1 668	903	765	25 256	7 770	10 418	28	24
nov/11	2 004	1 182	821	31 352	8 864	15 947	27	30
dez/11	981	472	509	19 781	5 185	12 575	42	35
jan/12	838	591	247	14 701	2 704	4 568	25	29
TOTAL		7 872	4 083	229 869	55 881	74 188	30,57	32,24
			11 955			359 938		

O consumo médio de gasóleo por tonelada aquecida é de 30,11 litros. Se este valor for multiplicado pelo peso líquido de um contentor de betume - 28 toneladas, a seguinte quantidade é obtida:

Gasóleo utilizado no aquecimento de um contentor de betume de 28 toneladas:

- 30.11 litros X 28 toneladas de betume = 843,08 litros

O custo do gasóleo é:

- 843,08 litros X 0,91 €. litro = 767.20€

O valor aqui obtido está na mesma ordem de grandeza do anteriormente calculado utilizando o número de horas do gerador e o consumo de gasóleo, 723,45€.

A duplicação deste controlo permite verificar se os custos obtidos estão dentro de parâmetros expectáveis.

Os geradores disponibilizados para o projeto não dispõem de uma tecnologia robótica que permita extrair informações de consumos diretamente do gerador. Esta funcionalidade tem o potencial de maximizar os mecanismos de controlo em obra.

Para o armazenamento dos contentores foi utilizado um camião atrelado do tipo “Hamarlift” – porta contentores. Este equipamento tem um custo de 12,19 € por hora. O transporte e colocação de um contentor na zona de aquecimento demora,

em média, 30 minutos. O custo deste equipamento na movimentação de um contentor para o aquecimento é de:

$$12,19\text{€} \times 0,5 \text{ horas} = 6,10 \text{ €}$$

Dois serventes trabalham em permanência no apoio à instalação das resistências nos contentores e na monitorização do aquecimento e bombagem do betume. O custo desse serviço é de 7,28€ por hora. Tendo em conta que um contentor demora 15 horas a aquecer, o custo da mão de obra é:

$$\text{Custo da mão de obra} - 7,28\text{€} \times 15 \text{ horas} \times 2 \text{ serventes} = 218,4\text{€}$$

O custo do betume aquecido é definido pela soma dos custos de mão-de-obra, do gerador incluindo gasóleo, e do custo de transporte e colocação do contentor na zona de aquecimento.

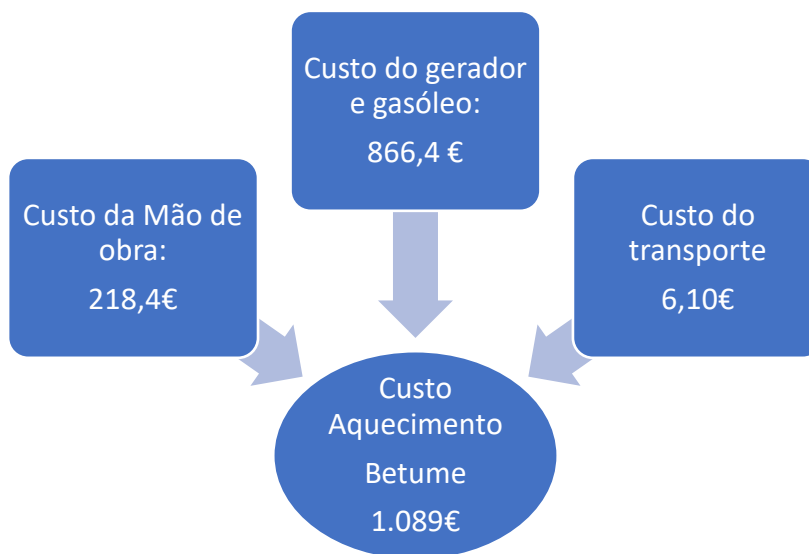


Figura 2.10 – Componentes de custo do aquecimento de betume

Monitorização das quantidades líquidas efetivamente descarregadas comparadas com as quantidades líquidas anunciadas pelo fornecedor na guia de qualidade: a quantidade anunciada pelo fabricante corresponde ao peso líquido do contentor menos os desperdícios de 200 quilogramas por contentor em condições ideais que não são as condições em obra.

Em janeiro de 2015 foram entregues em obra 7332 toneladas de betume tipo 50/70 e 17706 toneladas de betume tipo 35/50 num total de 25.038 toneladas. A perda, devido à diferença de peso entre a quantidade anunciada e a quantidade aferida

pela balança da MSF Engenharia, mas que se encontra dentro dos parâmetros de variação contratual (98%) é de 644,06 toneladas, ou seja, 2,6% da quantidade total de betume entregue em obra.

- Percentagem de perda no betume 35/50 – 4.0%;
- Percentagem de perda no betume 50/70 – 2.1%.

Esta perda pode ser dividida em dois grupos de custos. O primeiro grupo é o custo de compra do material que tem um custo médio de 610€. Se a este valor multiplicarmos a quantidade de material perdido, chegamos ao valor de 392.876€.

O segundo grupo de custos é o custo perdido do transporte, aquecimento, armazenamento do betume. Este material perdido resulta não só da diferença de peso entre o fornecedor e o empreiteiro MSF Engenharia, mas pode ser devido a uma descarga ineficaz de betume, ou seja, o resíduo final dentro do contentor é superior aos 200 quilogramas anunciados pelo fornecedor. Contudo, ocorreram já todas as atividades associadas ao aquecimento de betume .

O fornecimento de betume a frio requer a implementação de controlo de custos exaustivo dado o número de variáveis envolvidas neste processo. Este controlo deve estar articulado com os termos contratuais e os procedimentos construtivos. A comunicação entre o fornecedor e o empreiteiro deve ser constante e saudável, o trabalho conjunto deve ser visto como um fortalecimento da parceria e um investimento em futuras parcerias.

O controlo e a monitorização de custos do betume devem estar presentes nas seguintes fases:

- Planeamento das requisições em função dos consumos e da capacidade de armazenamento disponível em obra;
- A verificação da qualidade do betume em obra. A reclamação de não conformidade conduz a processos morosos que reduzem as quantidades de betume disponível assim como as áreas de armazenamento;
- Peso do contentor na entrada em obra e após descarga do betume;
- Transporte do betume associado à gestão do armazenamento dos contentores cheios e vazios em obra;
- Armazenamento em obra gerido em função dos consumos e das paragens de obra;

-
- Aquecimento e descarga do contentor.

Capítulo 4 – Fabrico, pavimentação e compactação

4.1 – Fabrico de misturas betuminosas

O fabrico das misturas betuminosas foi realizado através de duas centrais de betuminosas semiportateis do tipo descontínuo, ambas com a mesma capacidade de produção – 120 toneladas por hora – e da mesma marca: Intrame. Ambas as centrais pertencem ao património da MSF Engenharia.

As centrais foram instaladas em momentos diferentes por duas razões: programa de trabalho e a disponibilidade para mobilização das centrais. A primeira central, instalada em janeiro de 2011, estava disponível no Senegal depois de ser utilizada no projeto da autoestrada Pate d’Oie – Pikine e a reabilitação da estrada nacional em Dakar. Esta central disponha de uma capacidade de armazenamento de 60 toneladas de misturas betuminosas e 120 toneladas de betume quente e 120 toneladas de betume aquecido. Esta central é designada por “central azul” na linguagem deste projeto pois tendo ambas centrais a mesma configuração, uma forma fácil de identificação encontrada pela equipa do projeto foi feita pela cor. Esta central tem um número de identificação “005”, designação por vezes referida nos registos do projeto e apresentados nesta dissertação.



Figura 3.1 - Central de betuminosos INTRAME 120 – 005/Azul

A segunda central de betuminosas foi transferida de Cabo Verde e instalada em 06/2011. Esta central não dispõe de capacidade de armazenamento de misturas betuminosas quentes, sendo que todo o material produzido é carregado diretamente em camião e transportado para a frente de obra. Esta central de

betuminosos tem uma capacidade de armazenamento de betume aquecido de 90 toneladas.

A segunda central de betuminosos foi transferida de Cabo Verde e instalada em 06/2011. Esta central é designada por “central branca” com o número de referência “006”.



Figura 3.2 – Central de betuminosos INTRAME 120 – 006/Branca

Ambas as centrais são do tipo descontínuo, ou seja, as quantidades de betume e agregados são pesadas antes de serem introduzidas na misturadora e transportadas para a frente de obra.

Ambas as centrais têm os seguintes elementos:

- Sistema de armazenamento e dosagem de agregados a frio;
- Secador de agregados;
- Coletor de pó;
- Sistema de armazenamento e dosagem de agregados a quente;
- Silo de armazenamento e dosagem de filler recuperado pelo coletor de pó;
- Depósito com sistema de aquecimento e dosagem do betume;
- Misturadora;
- Unidade de controlo automático de toda a produção.

As especificações do projeto definem para o fabrico da mistura betuminosa, o intervalo de temperatura entre os 135 e os 165 graus celsius e a temperatura máxima de aquecimento dos agregados ou do betume de 204 graus celsius.

O controlo das temperaturas de fabrico é realizado na central eletrónica da central de betuminosos e é registado após descarga da mistura nos camiões através do uso pelo laboratório da obra, de um termómetro infravermelho.

O controlo do fabrico é realizado diariamente através do registo das quantidades produzidas, dos materiais consumidos, com a identificação das zonas pavimentadas especificando zonas contratuais, a largura e o comprimento das zonas pavimentadas. Através da espessura teórica das camadas betuminosas é criado um volume teórico a aplicar para cada dia de produção. Este volume permite estimar as quantidades de material consumido antecipando consumos futuros e facilitando a gestão de armazenamento de materiais. A comparação com o consumo real das centrais de betuminosos permite ainda determinar perdas e variações nos consumos de materiais. A identificação dos valores de consumo dos materiais permite ainda identificar a formulação produzida pela central de betuminosos, embora esta seja apenas uma referência indicativa pois neste consumo estão incluídos materiais rejeitados.

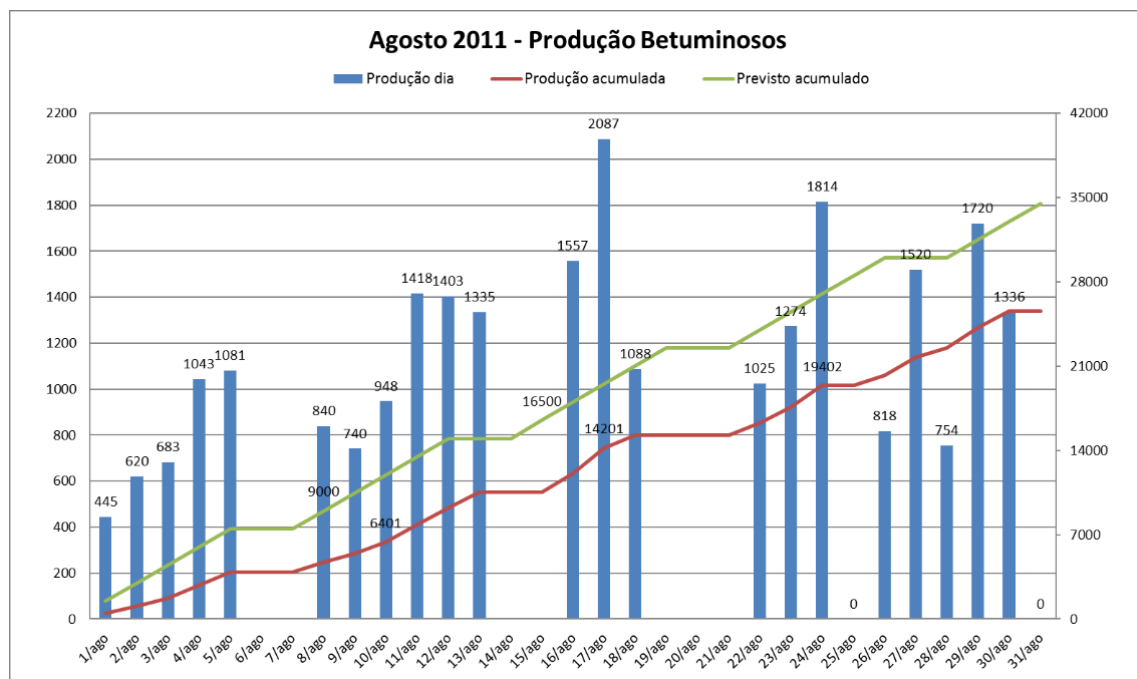


Figura 3.3 – Controlo das quantidades produzidas diariamente

O registo inclui ainda o número de horas trabalhadas, as horas de avaria e a comparação com as horas possíveis no mês. Neste registo, através da relação entre o número diário de horas trabalhadas e a quantidade produzida é também descrito o rendimento obtido em toneladas por hora. Inclui observações sobre

fatores que influenciam a produção tais como falhas no stock de materiais – agregados, betume, fuel – ou as faltas de frentes de trabalho libertadas pelo cliente ou avarias mecânicas.

Os rendimentos das centrais são controlados diariamente e um resumo mensal é produzido e comparado com os rendimentos de produção estabelecidos no programa geral de trabalhos aqui designado de PGT1. Neste mapa resumo são identificados índices de produtividade, horas de avaria, as quantidades mensais produzidas e o rendimento obtido.

Tabela 3.1 - Análise á produção dos betuminosos e ao número de horas de avaria - agosto 2011

MSF ENGENHARIA		O.3415 - ANÁLISE PRODUÇÃO - BETUMINOSOS								ago/11	
Nº horas previsto PT		Nº horas produção				Nº Horas de avaria			Índice avaria	Índice Produtividade	
Mês	Acumulado	Central 005	Central 006	Total	Acumulado	Central 005	Central 006	Total			
mar/11	40	40	4		4	4	-		-		0
abr/11	168	208	121		121	125	75		75	38%	72%
mai/11	176	384	119		119	244	26		26	18%	67%
jun/11	176	560	219	51	135	379	19	36	55	17%	77%
jul/11	168	728	175	108	142	520	3	19	22	7%	84%
ago/11	184	912	114	121	118	638	21	27	48	17%	64%
set/11											
out/11											

As avarias nas centrais de betuminosos podem ter os tempos de reparação agravados pela temperatura dos seus componentes durante o fabrico. Para receber uma intervenção mecânica, a central de betuminosos necessita de arrefecer o que, para uma instalação que está a produzir uma mistura com temperaturas na ordem dos 170 graus pode demorar horas.

O seguinte gráfico compara o rendimento hora previsto no plano contratual geral de trabalhos e o rendimento hora obtido. Ambas as centrais têm uma capacidade de produção de 120 toneladas por hora, ou seja, quando trabalham em simultâneo, a capacidade de produção é de um total de 240 toneladas por hora. O plano de trabalhos foi realizado com base num calendário de 5 dias de produção semanais com 8 horas diárias. Quando o rendimento diário previsto ultrapassa as 240 toneladas por hora indica que o número de horas de produção diária seja superior a 8 horas diárias.

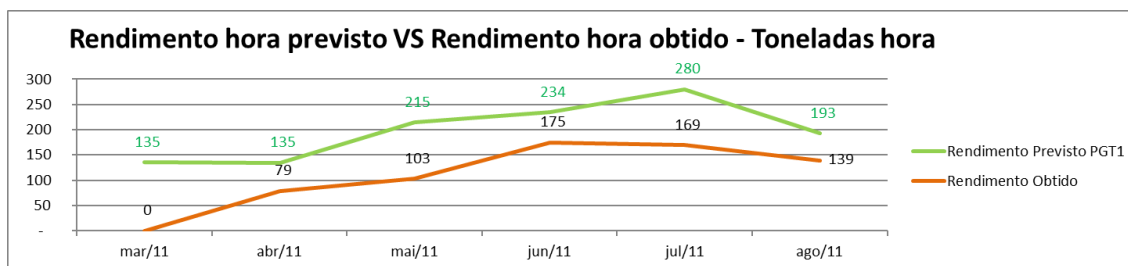


Figura 3.4 – Rendimento hora previsto versus rendimento hora obtido.

As avarias mais comuns estão relacionadas com o desgaste e rompimento dos peneiros, rompimento dos tapetes de alimentação do tambor-secador, encravamento do elevador de inertes devido a contaminação por materiais que não o basalto, como pedaços de madeira, ferro e vidro. Intervenções complexas envolvendo trabalhos na misturadora devido ao desgaste das pás misturadoras, calibração das balanças de inertes e betume, podem obrigar a paragens de dias.

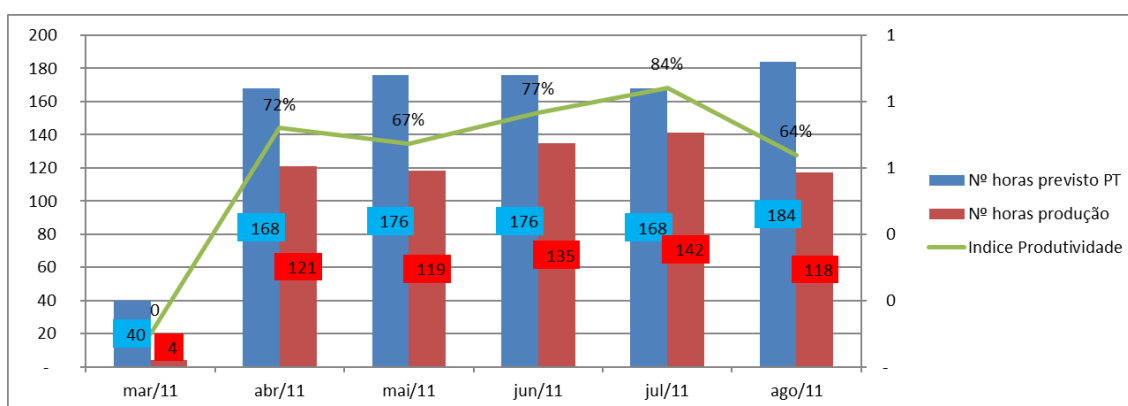


Figura 3.5 – Número de horas previsto no programa de trabalhos (PT) e o número de horas de produção versus índice de produtividade

O gráfico acima representado compara o número de horas de pavimentação previsto em cada mês com o número de horas trabalhadas, representando igualmente o índice de produtividade por mês que resulta da relação entre o número de horas previstas e o número de horas trabalhadas. No período representado, a média do índice de produtividade é de 83% e o índice de avaria é de 19%.

Esta quebra nos rendimentos de produção previsto no plano geral de trabalhos contratual contribui para atrasos nas entregas dos elementos contratuais e para um possível aumento de custos derivados do aumento de recursos ou do número de horas trabalhadas.

Segundo o “Project Management Institute” existem duas formas de recuperação do plano de trabalhos. A primeira é designada por “Fast tracking” e consiste na execução de atividades em paralelo em vez do formato em série. Esta medida resulta frequentemente na repetição do trabalho, no aumento de risco e requer mais atenção à comunicação no projeto. A segunda medida designada por “Crashing” envolve a adição ou o ajuste de recurso com o objetivo de comprimir o programa de trabalhos. Esta medida resulta sempre num aumento de custos e num aumento do risco nas operações realizadas.

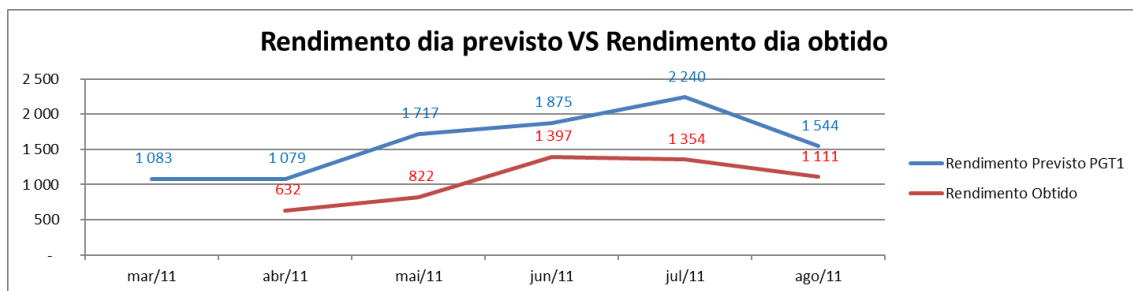


Figura 3.6 – Rendimento dia previsto e rendimento dia obtido.

O quadro “Rendimento dia previsto versus Rendimento dia obtido” compara o rendimento previsto no plano geral de trabalhos 1 – PGT1 e o rendimento diário obtido.

A tabela seguinte compara as quantidades e os rendimentos previstos no plano geral de trabalhos 1 – PGT1 e as quantidades e rendimentos obtidos. Em acumulado, no mês de agosto de 2011 deviam ter sido produzidas 189 659 toneladas, mas a produção efetiva foi de apenas 116 402 toneladas, ou seja, apenas foram produzidas 61% das quantidades previstas. Parte desta diferença pode ser justificada pela percentagem de horas acumuladas de avaria em agosto de 2011.

Tabela 3.2 - Análise á produção de betuminosos prevista e a realizada - agosto 2011

MSF ENGENHARIA		O.3415 - ANÁLISE PRODUÇÃO - BETUMINOSOS						ago/11				
Previsto em PGT1								Produção efectiva				
Qtd Prevista PT			Dias previstos		Rendimento Previsto PGT1			Qtd Produzida		Rendimento Obtido		
Mês	Acumulado		Mês	Acumulado	Dia	Hora	Acumulado	Mês	Acumulado	Dia	Hora	Acumulado
mar/11	5 414	5 414	5	5	1 083	135	1 083	342	342		0	3
abr/11	22 656	28 070	21	26	1 079	135	1 080	13 270	13 612	632	79	524
mai/11	37 782	65 852	22	48	1 717	215	1 372	18 085	31 697	822	103	660
jun/11	41 248	107 100	22	70	1 875	234	1 530	30 726	62 422	1 397	175	892
jul/11	47 043	154 143	21	91	2 240	280	1 694	28 428	90 850	1 354	169	998
ago/11	35 516	189 659	23	114	1 544	193	1 664	25 551	116 402	1 111	139	1 021
set/11												
out/11												

A partir do quadro “0.3415 – Análise produção – Betuminosos - agosto 2011”, se adicionarmos as horas previstas no plano de trabalhos designado por PT e o número de horas de avaria chegamos aos seguintes valores:

- Horas acumuladas previstas no plano de trabalhos: 912 horas;
- Horas de avaria acumuladas: 226 horas.

A percentagem de avaria é de 25% calculada através do número de horas previstas no plano de trabalhos e as horas de avaria acumuladas.

O complemento deste número corresponde à percentagem de horas de “não avaria”, ou seja, de produção no valor de 75%

Se multiplicarmos a percentagem de produção no valor de 75% pela quantidade de produção prevista a agosto de 2011 indicada no quadro “0.3415 – Análise de produção – Betuminosos agosto 2011” no valor de 189 659 toneladas chegamos a um resultado de 142 244 toneladas. Este valor reflete a antecipação da produção tendo em conta a percentagem de avarias do equipamento. Se compararmos com o valor produzido em agosto de 2011, a projeção está ligeiramente acima do valor expectável:

- Valor de produção realizado a agosto de 2011 – 116 402 toneladas;
- Valor projetado considerando percentagem de avarias a agosto de 2011 – 142 244 toneladas.

4.2 - Controlo de custos no fabrico da mistura betuminosa

O contrato define o valor total da empreitada. Esse valor, por sua vez, mostra-se distribuído pelas diferentes categorias de trabalhos que são:

- Aplicação de camada de macadame;
- Aplicação de camada de desgaste;
- Fornecimento de betume;
- Rega de impregnação “Cutback 0/1”;
- Rega de colagem “400/600”.

Para cada atividade, é anexada uma ficha de preço descrevendo a composição do preço. As fichas de preço mostram-se subdivididas em três grupos de custos: mão-de-obra, equipamento e materiais.

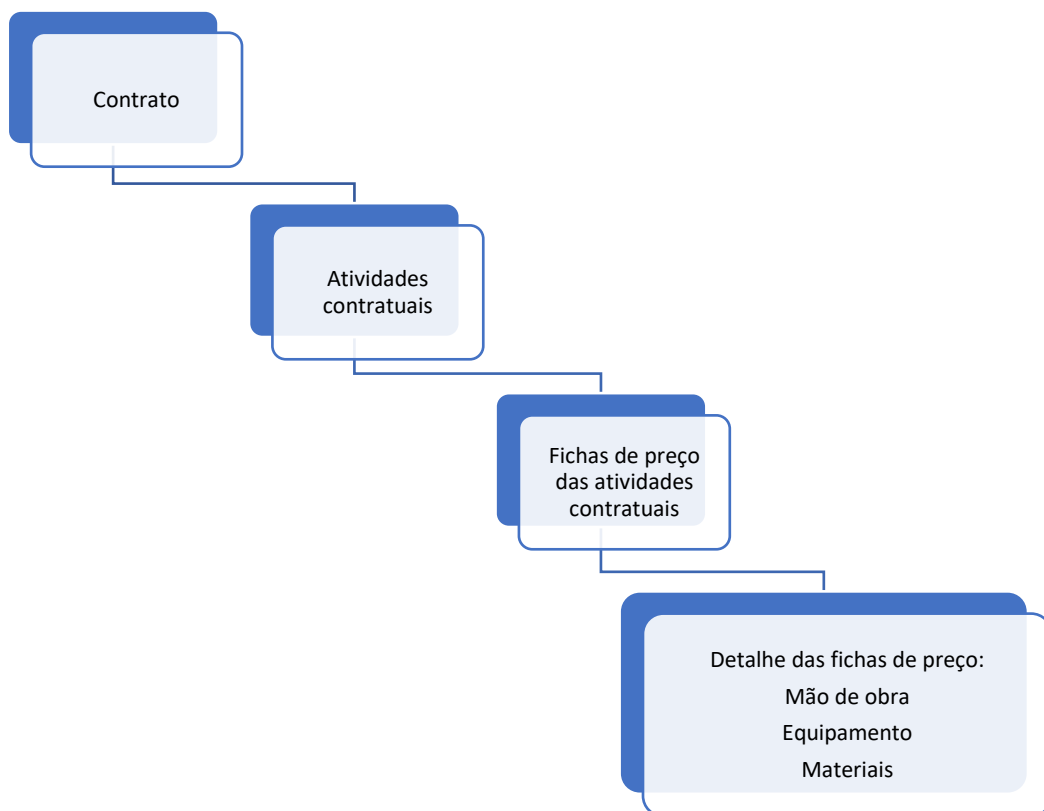


Figura 3.7 – Decomposição do preço contratual

Mão-de-obra:

Os custos de mão-de-obra não tem variações entre as duas centrais uma vez que os requisitos são idênticos para ambas. Para cada central são distribuídos os seguintes elementos:

- Operador de central;
- Operador da pá carregadora que fornece os agregados para a central;
- Servente para a verificação do funcionamento e alimentação da central, auxílio na descarga do betume e a verificação das quantidades em stock de agregados, betume aquecido e fuel.

O controlo dos custos da mão de obra é realizado através do preenchimento diário de um formulário designado de “parte diária” onde são registadas as atividades diárias, as horas de início e fim do turno e os tempos de paragem para refeição e descanso. Este formulário é assinado pelo operador, pelo chefe de equipe que neste caso é também o operador da central de betuminosos e pelo diretor de produção dos betuminosos.

Estas “partes diárias” são posteriormente processadas pelos serviços administrativos utilizando o programa informático SIGO – Sistema Informático de Gestão de Obra. Este sistema importa a informação das partes diárias e transfere o custo para os diferentes centros de custo da obra permitindo analisar o custo da mão de obra por atividade.

Equipamento:

O custo de fabrico das misturas betuminosas varia consoante a central de betuminosos. Esta variação está associada às características mecânicas de cada central tais como a altura de queda das britas do elevador nos crivos das centrais, do número de pás da misturadora e da capacidade de cada misturadora.

Estes fatores criam a necessidade de ajustes nas formulações betuminosas introduzidas pelas unidades de controlo, designada no projeto por “job mix”. Estas variações são monitorizadas diariamente e o custo de produção controlado.

4.3 - Pavimentação e compactação

A escolha da pavimentadora depende não só da taxa de pavimentação, mas também do tipo de pavimento e sequência do trabalho. O objetivo é obter uma taxa alta de pavimentação no menor tempo possível. O número de movimentações das pavimentadoras e as quantidades de pavimentação por zonas são critérios usados na escolha do tipo de espalhadora para as diferentes zonas do projeto. Neste projeto foram utilizadas duas espalhadoras da marca Vögele modelos SUPER 1800-1 e SUPER 2100. Ambas pavimentadoras estavam disponíveis no Senegal provenientes de dois projetos: a pavimentadora SUPER 1800-1 proveniente de Tambacounda e do projeto de reabilitação da estrada nacional RN1 entre Mbirkelane e Tambacounda e a SUPER 2100, de Dakar e do projeto de construção da autoestrada Pate d'Oie – Pikine.



Figura 3.8 – Espalhadoras a pavimentar o “Runway” com 21 metros em junta quente

Característica das pavimentadoras:

Pavimentadora Super 1800-1

- Capacidade do reservatório – 300 litros;
- Velocidade máxima de translação – 4.5 Km/h;
- Velocidade máxima de pavimentação – 24 metros por minuto;
- Peso – 18.2 toneladas;
- Largura máxima de pavimentação – 9 metros;
- Espessura máxima da camada – 30 centímetros;
- Capacidade da tremonha – 13 toneladas.

Pavimentadora Super 2100

- Capacidade do reservatório – 450 litros;

-
- Velocidade máxima de translação – 4.5 Km/h;
 - Velocidade máxima de pavimentação – 25 metros por minuto;
 - Peso – 21.5 toneladas;
 - Largura máxima de pavimentação – 12 metros;
 - Espessura máxima da camada – 30 centímetros;
 - Capacidade da tremonha – 14 toneladas.

4.4 - Procedimento de pavimentação e medidas de controle

Antes do início da pavimentação é realizado um levantamento topográfico para assegurar que a camada de base em ABGE se encontra dentro das tolerâncias do projeto.

O levantamento topográfico serve como base para aferir as espessuras das camadas de betuminosas e permite comparar as quantidades produzidas com as quantidades teóricas, análise das oscilações altimétricas da camada de ABGE e a respectiva correção. Se a camada de base em ABGE estiver mais alta do que as tolerâncias do projeto, não permitindo realizar a pavimentação na espessura projetada, então, com recurso ao uso de uma motoniveladora, a camada é corrigida. Se, pelo contrário, a camada estiver mais baixa do que as tolerâncias do projeto, é executado um pré-enchimento com a mistura betuminosa a quente. O espalhamento é feito com uma pá e o transporte feito com uso de uma Bobcat.

As tolerâncias altimétricas das camadas betuminosas pavimentadas estão definidas nas especificações do projeto e são:

- Camada de macadame: +/- 10 mm;
- Camada de desgaste: + 6 mm.

Antes da pavimentação é efetuada uma impregnação betuminosa. Para que esta impregnação seja realizada, é efetuada uma limpeza na camada de ABGE com recurso a vassouras atreladas a tratores.



Figura 3.9 – Trator com vassoura a realizar limpeza na camada de ABGE

Esta limpeza remove a poeira e o material solto antes da pavimentação. Apesar de este método ser muito eficaz, esta limpeza representa uma perda de material. O controlo desta perda é feito através do levantamento da camada de ABGE antes e depois da limpeza. A variação altimétrica entre os levantamentos representa a perda de material.

Comparando os dois levantamentos topográficos realizados antes e depois da limpeza, é verificada e monitorizada a percentagem de perda. A identificação desta perda permite corrigir a altimetria da camada aplicada de ABGE. Para que ambas as camadas de ABGE e betuminosos estejam dentro das especificações do projeto, a cota da camada de ABGE é afetada pela percentagem de perda durante a limpeza. Este processo permite assegurar a conformidade das camadas com as tolerâncias do projeto.

A camada de ABGE deve encontrar-se o mais plana possível. As oscilações representam riscos altimétricos para a camada pavimentada uma vez que a pavimentação tende a “copiar” as irregularidades da camada subjacente.

A pavimentadora distingue-se de outros equipamentos pelo facto de permitir um nivelamento automático. A espessura da camada só muda em função do ângulo da mesa e/ou em função da altura dos pontos de referência da mesa.

Desta forma, quando a pavimentadora atravessa irregularidades na camada de ABGE, estas são corrigidas através do nivelamento automático da “mesa flutuante”.

Contudo, após a pré-compactação da camada, as irregularidades se significativas, podem ser copiadas para a camada betuminosa:



Figura 3.10 –Compactação de uma camada betuminosa.

Após a limpeza da camada de ABGE é realizada uma impregnação com uma rega de colagem designada “Cutback” 01. Esta composição, resulta da combinação de betume com um diluente. Neste caso foi utilizado o querosene. A composição desta impregnação “CutBack 01” é:

- 80% de betume;
- 20% de querosene.

A mistura é realizada no estaleiro utilizando um contentor marítimo e uma pá misturadora mecânica. O betume é bombado do reservatório de betume quente da central de betuminosos utilizando um camião de rega de emulsões. A quantidade de betume é pesada e a percentagem de querosene calculada para assegurar a correta percentagem de ambos constituintes da mistura. Ver Anexo 6 - Ficha de controlo do fabrico de emulsões

Uma vez concluída, esta mistura é analisada pelo laboratório para verificar a sua viscosidade.

Se a mistura for aprovada pelo laboratório, então a mesma é transportada para as zonas a impregnar. Segundo o caderno de encargos, a quantidade de impregnação deve ser de 1.2 Kg/m².



Figura 3.11 – Impregnação de uma camada de ABGE após limpeza e antes da pavimentação.

O controlo da quantidade utilizada é feito através de dois métodos:

- Relação entre a área impregnada e a quantidade de impregnação descarregada na frente de trabalho;
- Quantidade registada num tabuleiro colocado na zona a impregnar.

Este tabuleiro quadrado tem 0.25 metros quadrados. O registo da tara após a passagem do camião de impregnação permite criar uma relação para determinar os quilos utilizados por metro quadrado e assim comparar com o parâmetro contratual de 1.2 Kg/m². Ver anexo 7 - Controlo impregnação cutback 01

Se a pavimentação for realizada sobre camadas betuminosas e não diretamente no ABGE, então é necessário realizar uma rega de colagem designada por “400/600”. Este material, à semelhança da impregnação Cutback 01, também é fabricada em estaleiro através da mistura de betume com um diluente, neste caso o querosene. A percentagem dos dois componentes é a seguinte:

- 60% de Betume;
- 40% de Querosene.



Figura 3.12 – Rega de colagem 400/600 sob uma camada betuminosa antes da pavimentação

O método de fabrico é idêntico ao utilizado para a impregnação Cutback 01 e consiste na mistura dos elementos num contentor preparado para o efeito e misturado através de pás mecânicas. Após o fabrico, o laboratório analisa a viscosidade do material. Se este não estiver conforme, são feitas correções pela adição de betume ou querosene para obter a viscosidade desejada. Uma vez conforme, a mistura é transportada para a frente de obra e a quantidade aferida pelo mesmo sistema que o utilizado na impregnação Cutback 01. Segundo a especificação do projeto, a quantidade de 400/600 é 0,6 Kg.m².

Antes da execução da rega de colagem 400/600 a superfície é limpa através de um compressor de ar.

Esta rega de colagem deve ser realizada imediatamente antes do início da pavimentação.

O controlo de custos é realizado através da análise das composições fabricadas e das áreas impregnadas ou coladas.

A pavimentação deve ser realizada mantendo constante uma espessura da camada betuminosa ao longo de toda a largura do pavimento, na maior extensão possível. As oscilações da camada subjacente são identificadas previamente e acordado o tratamento das variações altimétricas. No caso de a camada betuminosa subjacente estar mais alta do que as tolerâncias do projeto, a camada é retificada com o uso de uma fresadora.



Figura 3.13 – Correção altimétrica da camada betuminosa

Se a camada subjacente tiver zonas de depressão altimétrica mais baixa do que a tolerância do projeto é realizado um enchimento. Esta correção é executada manualmente com o auxílio de uma Bobcat para o transporte da mistura betuminosa e de um cilindro compactador. Este procedimento assegura uma pré-compactação da mesa flutuante da pavimentadora homogénea.

A pré-compactação da mesa flutuante varia com a profundidade da camada betuminosa.

O funcionamento mecânico de uma pavimentadora é simples. A complexidade da sua utilização aumenta com variáveis como a espessura das camadas a pavimentar, o tipo de mistura betuminosa, as temperaturas de aplicação, a temperatura ambiente.

Como princípio de funcionamento, a mistura é espalhada à frente da mesa através de dois “sem-fins”, controlados separadamente, localizados entre a máquina e a mesa. Os veios dos sem-fins podem ser extensíveis com as peças adequadas, para que a largura de espalhamento possa ser adaptada à largura de pavimentação. A velocidade rotativa do sem-fim é controlada através de sensores em proporção com a massa à frente da mesa.

A mesa é a ferramenta da pavimentadora. O seu objetivo é compactar a mistura betuminosa uniformemente ao longo de toda a largura de pavimentação e produzir uma superfície com uma textura uniforme e nivelada.

Os sistemas de compactação da mesa pré-compactam a mistura betuminosa até à sua capacidade máxima por forma a minimizar o impacto na espessura da camada resultante da compactação dos cilindros.

A mesa flutuante tem dois componentes vitais na execução da pré-compactação das camadas betuminosas são eles:

- Tamper – Elemento metálico que oscila verticalmente;
- Vibradores – Transmitem vibração à mesa.



Figura 3.14 – Pormenor do tamper durante a montagem da mesa na espalhadora Vogele

Quanto maior for a profundidade atingida pelo tamper, maior é o valor da pré-compactação da camada betuminosa. Este valor deve ser definido através da espessura das camadas. O controlo da pré-compactação é realizado com recurso a um “troxler” imediatamente após a pavimentação e antes da entrada dos cilindros.

A velocidade do tamper e da pavimentação estão dependentes uma da outra. Modificar a velocidade de pavimentação sem alterar a velocidade do tamper afeta a pré-compactação da camada betuminosa.

A velocidade de pavimentação é definida por forma a obter um fornecimento constante de mistura betuminosa a partir dos camiões utilizados para o transporte entre a pavimentadora e a central de betuminosos. O ciclo de transporte é aferido pelo encarregado de frente e o operador da central de betuminosos, antes do arranque dos trabalhos.

Quando a pavimentação ocorre em simultâneo, isto é, com junta quente, as pavimentadoras trabalham em paralelo. É assegurado um fornecimento idêntico para ambas as espalhadoras para manter idêntica a distância entre ambas ao longo da pavimentação. Esta situação permite controlar a temperatura da junta quente entre as duas camadas pavimentadas e controlar as velocidades e passagens dos cilindros compactadores.

Figura 3.15 – Pavimentação simultânea pelas duas espalhadoras com uma largura de 21 metros de pavimentação de desgaste



Figura 3.15 – Pavimentação simultânea pelas duas espalhadoras com uma largura de 21 metros de pavimentação de desgaste

Nesta situação, as espalhadoras produzem exatamente a mesma pré-compactação. A velocidade dos tampers e a sua profundidade são regulados assim que os trabalhos de pavimentação são iniciados. Este controlo é realizado a partir das leituras obtidas pelo troxler, imediatamente após a pavimentação e antes da entrada dos cilindros.

A espalhadora Vogele 2100 permite uma largura máxima de pavimentação de 12 metros e a Vogele 1800 uma largura máxima de 9 metros. Quando ambas as pavimentadoras trabalham em conjunto é possível pavimentar 21 metros. Este é um requisito das especificações para a aplicação das camadas de desgaste no Runway e Taxiway Charlie.

A espessura da camada de desgaste pavimentada é imediatamente aferida após a compactação dos cilindros para identificar problemas de configuração da mesa da pavimentadora.

A tolerância referida na especificação para as camadas de betuminosos é de +/- 10 mm para a camada de macadame e +6 mm para a camada de desgaste. Sendo as camadas de desgaste as últimas camadas a aplicar, a correção altimétrica da camada não pode ser realizada por fresagem dos pontos fora do intervalo da tolerância, mas pela fresagem da camada não conforme na sua profundidade para assegurar que tenha as mesmas propriedades mecânicas que as exigidas pelas especificações.

Para evitar esta situação, uma equipa de dois assistentes topográficos está constantemente atrás da pavimentadora a controlar a altimetria da camada e a comunicar com o encarregado da frente.

A temperatura de aplicação é verificada durante todo o decorrer da operação. O registo é feito imediatamente ao espalhamento e comparado com o valor definido na especificação entre os 135 e 163 graus celsius.

A compactação é imediatamente iniciada para tirar partido das elevadas temperaturas e consequente manobrabilidade do material. Uma vez fria, a mistura betuminosa fica rígida e não trabalhável. Das diversas verificações realizadas durante o decorrer do projeto, a partir dos 90 graus Celsius os cilindros de compactação não adicionam mais compactação à camada betuminosa. Antes, pelo contrário, podendo provocar o fissuramento da camada ou o esmagamento dos agregados.

Os cilindros lisos utilizam água para prevenir que a camada betuminosa adira à sua superfície. Os cilindros só utilizam a vibração quando em movimento para não deixar marcas no pavimento e não danificar a camada por excesso de compactação.

As condições climáticas são um fator importante para a pavimentação. Dependendo da sua intensidade, a chuva pode parar a pavimentação. Ela provoca o arrefecimento rápido das misturas betuminosas, não permitindo a sua correta compactação e reduzindo os tempos de manobrabilidade. Os ventos fortes podem ter um efeito semelhante com maior intensidade na junta longitudinal onde o vento incida. O Senegal é caracterizado por ter um clima seco durante a maior parte do ano e os períodos de chuva podem ser inesperados, intensos e longos. A previsão meteorológica é verificada regularmente pelo encarregado da frente.

A especificação do projeto define as tolerâncias para as camadas betuminosas pavimentadas. Mas, para além do controlo topográfico, a especificação obriga à carotagem das camadas pavimentadas. Mais solicita que todas as secções de 300 metros lineares, pavimentadas, devem ser caroteadas e que o empreiteiro geral deva ser recompensado se a espessura média estiver fora dos intervalos definidos na especificação. Se o défice na espessura da camada betuminosa estiver situado entre 0 – 3 mm, e não for identificado em mais do que 10% do total do projeto, não

haverá penalidade. Se o déficit estiver situado entre 3 – 10 mm, o empreiteiro geral apenas pagará 80% do valor previsto em contrato. A importância do controlo altimétrico durante a pavimentação é vital para a boa conformidade dos resultados.

4.5 - Controlo da compactação

Os limites definidos nas especificações do projeto para o controlo da compactação das camadas betuminosas são um dos grandes desafios técnicos do projeto. Neste capítulo é feita uma descrição dos requisitos técnicos, dos equipamentos utilizados e a análise e otimização dos mesmos, dos ensaios laboratoriais e dos requisitos de qualidade.

A compactação da camada betuminosa é definida como um o processo de compressão do volume das camadas betuminosas. Este processo resulta no aumento da densidade volumétrica da camada e é obtido através de equipamentos compactadores tais como o cilindro de pneus e o cilindro liso.

Os seguintes meios foram disponibilizados para efetuar a compactação das camadas betuminosas:

Cilindro de Pneus:

- 2 Cilindros AMMANN AP 240: cada um com 8 pneus, 4 no eixo frontal e 4 no eixo traseiro, com uma capacidade de peso máximo de 24.000 Kg;
- 3 Cilindros BOMAG BW 27 RH: cada cilindro com 8 pneus, 4 no eixo frontal e 4 no eixo traseiro, com uma capacidade de peso máximo de 27.000 Kg.



Figura 3.16 – A esquerda cilindro de pneus marca AMMANN AP 240, á direita cilindro de pneus BOMAG BW 27 RH

Cilindro Liso:

- 4 Cilindros BOMAG BW 161 AD-4: Equipamento com peso próprio entre 8.850 Kg e 9.900 Kg com duas frequências de vibração



Figura 3.17 – Cilindro liso BOMAG BW 161 AD-4

O número de passagens dos cilindros compactadores varia consoante o tipo de mistura betuminosa e a espessura das camadas. A energia de compactação aplicada aumenta com a espessura das camadas. Camadas mais finas requerem menor energia de compactação do que camadas com espessuras superiores.

A determinação dos equipamentos de compactação necessários e o número de passagens dos cilindros para atingir os requisitos de compactação da especificação do projeto é aferido durante a execução de um troço experimental.

O troço experimental é utilizado como uma referência no desenvolvimento de procedimentos construtivos, contudo, dada a sua dimensão reduzida é necessário monitorizar a performance dos cilindros em função dos tipos de camadas.

As equipas de compactação estão definidas pelo número de espalhadoras e pela largura de pavimentação. Quanto maior for a largura de pavimentação, maior é a necessidade de cilindros de compactação. A velocidade tende a ser constante para permitir um ciclo de transporte de betuminosos da central de betuminosos para a pavimentadora sem interrupções. Por exemplo, no caso de uma espalhadora

pavimentar até uma largura de 6,0 metros, necessita de um cilindro liso e um cilindro de pneus.

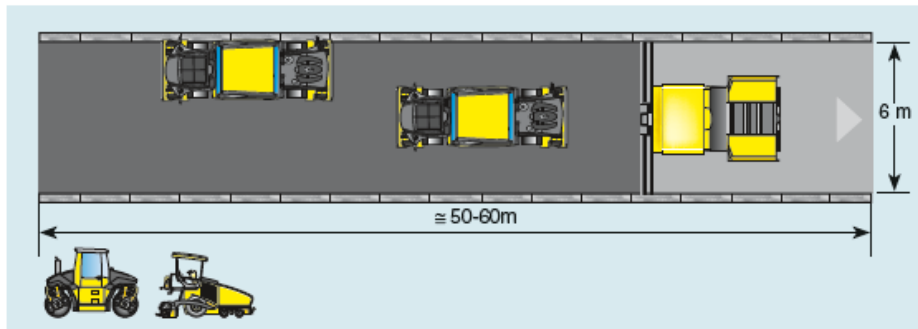


Figura 3.18 – Distribuição dos equipamentos de compactação para uma pavimentadora utilizando uma mesa de pavimentação com 6 metros de largura

Se ambas as espalhadoras estiverem a trabalhar lado a lado com uma junta quente, então é necessário utilizar o conjunto mínimo de 3 cilindros de pneus e os 2 cilindros lisos. Este número aumenta com a largura da pavimentação que pode ir até 21 metros.

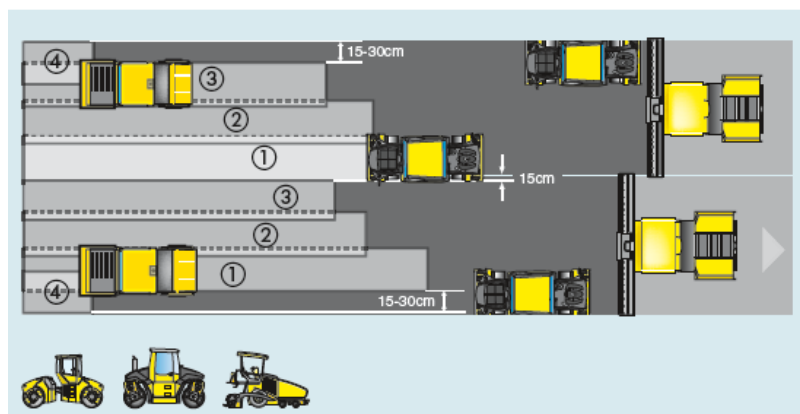


Figura 3.19 – Distribuição dos equipamentos de compactação utilizando duas espalhadoras a pavimentar com junta quente

Com estas variáveis, é extremamente importante identificar as potencialidades de cada equipamento e dimensionar as equipas de acordo com as variáveis largura pavimentada, espessura da camada e número de espalhadoras.

Este controlo inicia-se com o estudo dos cilindros. Sendo que os cilindros de pneus têm dois fabricantes distintos, é necessário identificar e controlar as diferenças da capacidade de compactação dos dois tipos de cilindros. Este controlo é realizado colocando ambos os cilindros lado a lado a compactar a mesma camada e com as mesmas condições:

- Temperatura da mistura betuminosa;
- Temperatura ambiente;
- Velocidade de espalhamento;
- Pré-compactação da espalhadora.

Através da utilização de um gamadensímetro de designação comercial “Troxler”, a pré-compactação da espalhadora é registada antes da entrada dos cilindros compactadores.



Figura 3.20 – Gamadensímetro “Troxler”

O controlo da exatidão das leituras do troxler é aferida através da relação entre a compactação obtida num carote e uma série de leituras obtidas na área onde o carote foi realizado.

Comparativo Troxler e carotes - Esquema de leituras

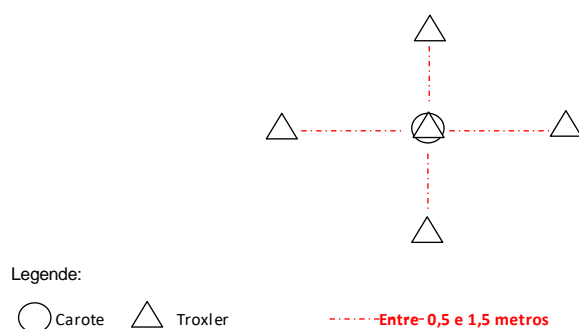


Figura 3.21 – Esquema de leituras para a comparação dos resultados obtidos entre o “Troxler” e um carote

Esta análise permite aferir a exatidão dos valores obtidos pelo troxler durante o controlo e monitorização da compactação.

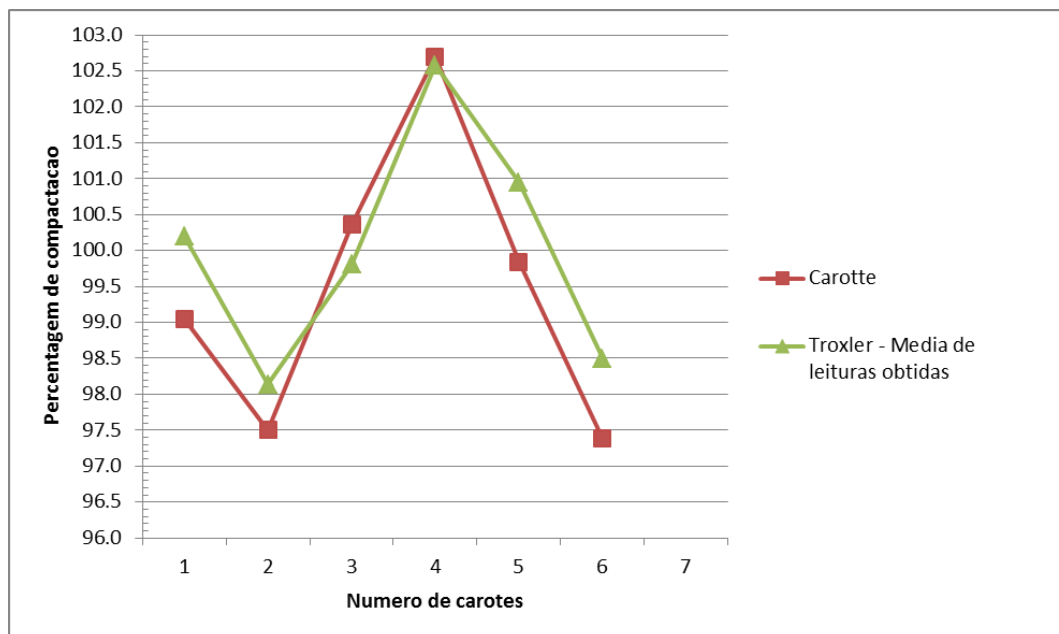


Figura 3.22 – Comparativo dos resultados obtidos entre o “Troxler” e um carote

Um segundo controlo é realizado comparando os valores obtidos entre o troxler da MSF Engenharia e os valores obtidos pelo troxler do laboratório de controlo.

Os resultados indicados no gráfico abaixo representado resultam de 50 leituras efetuadas na mesma localização. A MSF engenharia utiliza um troxler modelo tipo 3450 e a SENELABO utiliza um modelo 3440.

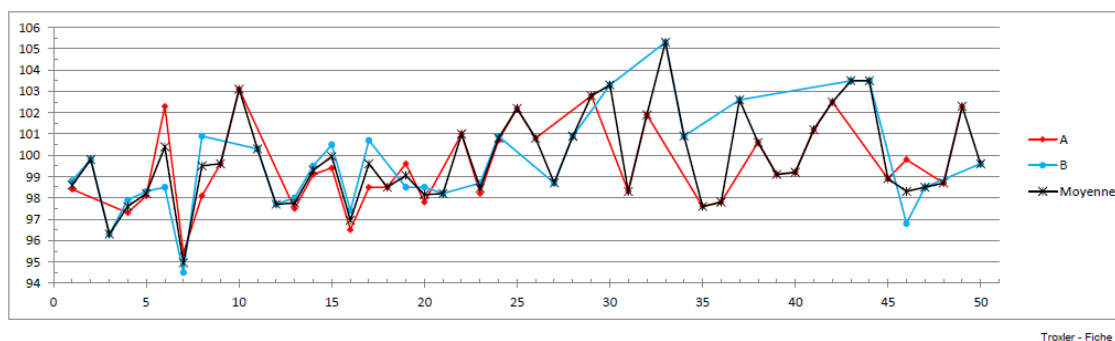


Figura 3.23 – Comparativo entre os resultados do troxler da MSF Engenharia e o laboratório de controlo SENELABO

A cada 5 passagens com os cilindros compactadores, o valor da compactação é registrado. Os resultados estão referenciados no Gráfico 3.7 – Comparativo da capacidade de compactação entre os cilindros de pneus AMMANN e BOMAG.

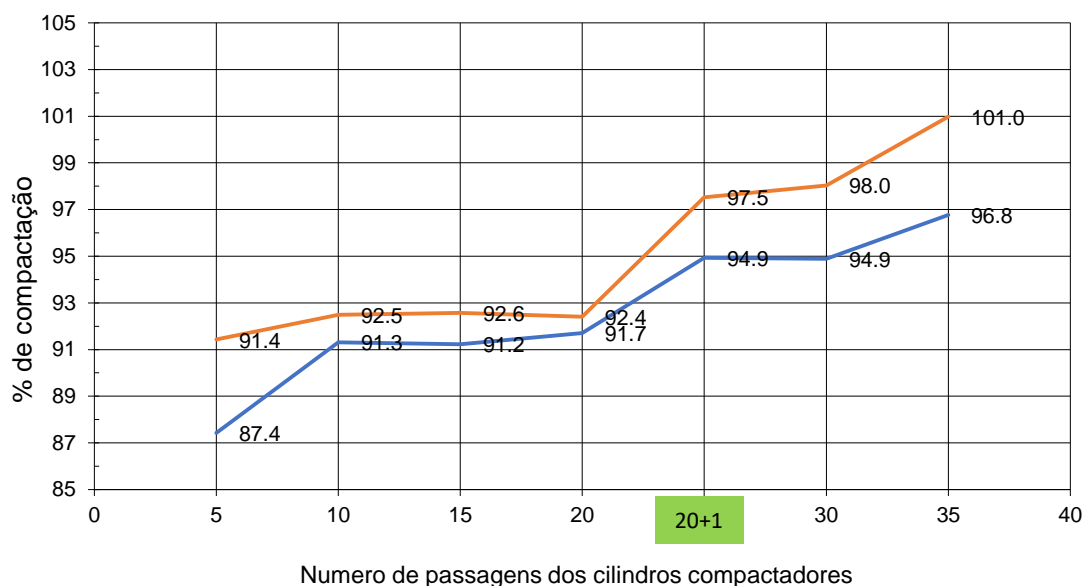


Figura 3.24 – Comparativo da capacidade de compactação entre os cilindros de pneus AMMANN e BOMAG

Na ficha de preço contratual da pavimentação das camadas de macadame e desgaste, foram incluídos um cilindro de pneus e um cilindro liso por espalhadora.

Na ficha de preço não há lugar para a distinção entre tipos de pavimentação uma vez que a atividade contratual é a pavimentação por volume.

Para maximizar a utilização dos cilindros, foi realizado um estudo da possibilidade de alteração da formulação betuminosa dentro dos parâmetros da especificação.

Há três fatores de grande importância a ter em conta durante a compactação das misturas betuminosas. A mistura dos agregados britados com o ligante betume é submetida a uma pressão, os vazios da mistura são reduzidos e a densidade da mistura aumenta. Se a quantidade de betume aumentar na mistura betuminosa, a película do ligante betuminoso aumenta entre as partículas dos agregados betuminosos. Nas temperaturas ótimas de pavimentação, o aumento medido desta película de betume aumenta o efeito de lubrificação da mistura betuminosa e facilita a compactação da mistura.

Com o objetivo de aumentar a capacidade de compactação da camada utilizando a mesma energia de compactação, foi desenvolvido um estudo para analisar o ganho com o incremento de betume na mistura betuminosa.

A especificação permite uma variação de +/- 0,2 % na percentagem de betume. Ou seja, no caso da mistura betuminosa de desgaste, que tem na sua formulação uma percentagem de betume de 4,8%, esta pode variar entre os 4,6% e os 5,0%.

Foi desenvolvida uma mistura betuminosa com uma percentagem de betume de 5,0%.

Este aumento de betume provoca variações nos elementos de controlo definidos pela especificação, contudo, todos eles estão dentro das tolerâncias como demonstrado no seguinte quadro:

Tabela 3.3 – Resumo das características da mistura betuminosa do desgaste com 5% de betume

Especificação AIBD	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Tolerâncias
Teor em betume	4,9	5,0	5,2	5,0	± 0,2%
% de Betume	4,7	4,7	5,0	4,8	± 0,2%
Densidade dos carotes	2,521	2,525	2,546	2,540	± 0,050 g/cm ³
Densidade maxima teorica (Gmm)	2,692	2,695	2,723	2,723	± 0,050 g/cm ³
Percentagem dos vazios	6,4	6,3	6,5	6,7	4,0% a 7,0%
Volume de vazios na mistura de agregados (VMA)	17,9	17,8	17,3	17,3	> 15%
Grau de saturação do betume (VFA)	64,4	64,6	62,5	61,3	50% a 70%
Estabilidade Marshall	12834	13770	15790	16841	> 9800 N
Deformação (0,25mm)	3,1	3,2	3,3	3,2	2 a 4 (0,25mm)

Com a mistura experimental aprovada, definiram-se as condições e sequência do ensaio. O equipamento utilizado foi:

- 2 Espalhadoras a trabalhar em simultâneo – Vogele 2100 e Vogel 1800;
- 3 Cilindros de pneus BOMAG;
- 2 Cilindros de pneus AMMANN;
- 4 Cilindros lisos BOMAG.

A pavimentação é feita com junta quente numa largura total de 21 metros. O método de compactação manteve-se o mesmo que o utilizado para a mistura com 4,8%, ou seja:

- 20 passagens do cilindro de pneus;
- 2 passagens com o cilindro liso com vibração;
- 3 passagens com o cilindro liso sem vibração.

Com recurso ao gamadensímetro “Troxler” as compactações foram registadas antes e durante a execução do troço experimental. As diferenças na percentagem de compactação entre as duas misturas foram mínimas:

Tabela 3.4 – Percentagem da compactação com recurso ao “Troxler”

	Mistura com 4,8% Betume	Mistura com 5,0 % Betume
Troxler (MSF) Média	100,6%	100,7%

Posteriormente, foram recolhidos carotes para verificar as percentagens de compactação. Para a mistura betuminosa com 4,8% de betume, a média de compactação dos três carotes é de 100,83% e para a mistura betuminosa com 5,0% de betume a média é de 101,4%.

Tabela 3.5 – Percentagem de compactação com recurso á extração de carotes.

	Mistura 4,8% Betume	Mistura com 5,0 % Betume
Carotes	99,9 + 101,2 + 101,4%	100,7 + 101,0 + 102,5%

A pré-compactação da espalhadora também é controlada utilizando o gamadensímetro Troxler. Este controlo é efetuado logo a seguir à passagem da pavimentadora e permite controlar:

- o valor atingido pela pré-compactação da espalhadora;
- a uniformidade da pré-compactação ao longo do comprimento da mesa da pavimentadora;
- o desgaste mecânico dos tampers.

A pré-compactação da mesa de mistura é registada em ambos os lados da pavimentadora para monitorizar a uniformidade da compactação e identificar

anomalias como por exemplo, o desgaste acentuado dos elementos de compactação da pavimentadora tais como o “tamper”.

A figura 3.25 reflete a capacidade de pré-compactação da pavimentadora do lado esquerdo e do lado direito. As mesas de pavimentação não são peças inteiras. São formadas por elementos com diversos comprimentos ajustados à largura de pavimentação obtida

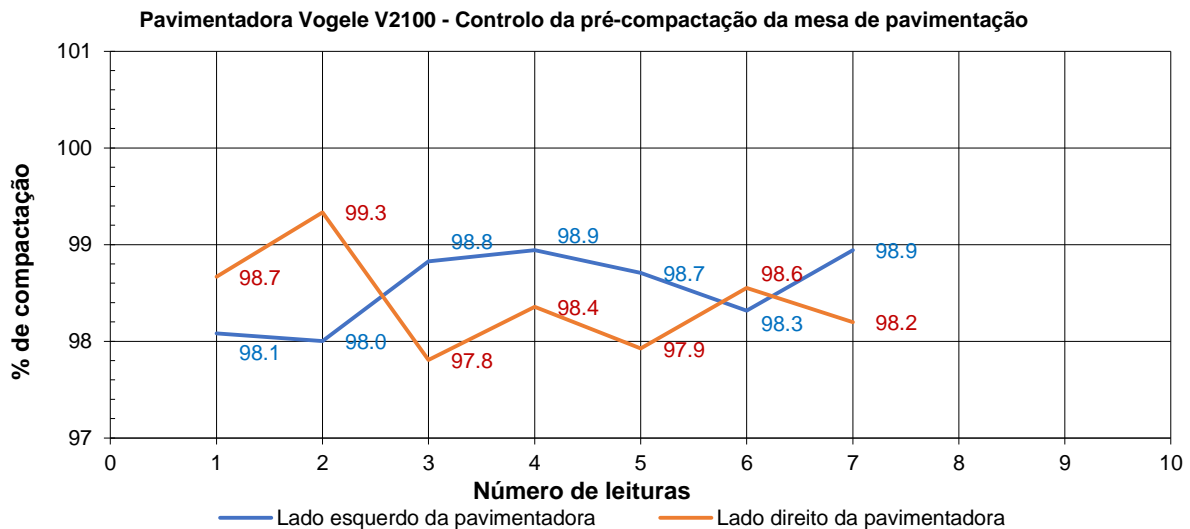


Figura 3.25 – Controlo da pré-compactação da mesa de pavimentação

A figura 3.26 indica o número de unidades que forma a mesa da pavimentadora em função da largura para a espalhadora Vogele 2100.

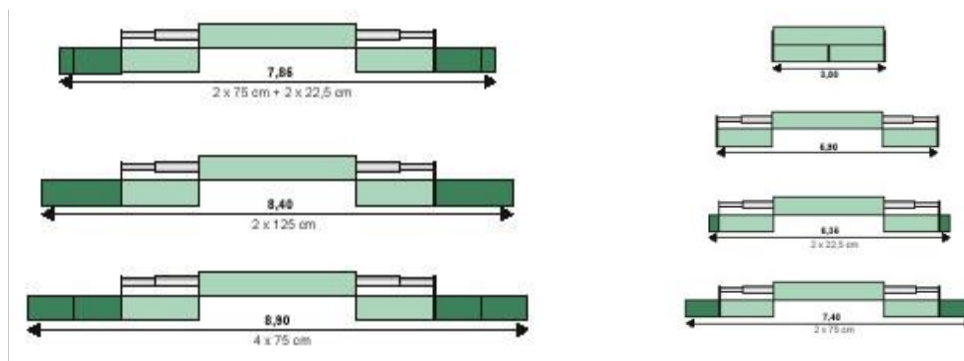


Figura 3.26 – Número de unidades que constituem uma mesa de pavimentação em função da largura de pavimentação

Entre os 3.0 e os 6.0 metros a mesa é formada por três elementos, um fixo e dois extensíveis. Para uma largura de 8,90 metros, o mesmo elemento fixo, mas com 6 elementos extensíveis. Ou seja, o desgaste nas unidades não é o mesmo. A unidade fixa, por estar sempre em utilização, tem um desgaste muito superior às

unidades extensíveis que são utilizadas apenas quando a largura de pavimentação do projeto assim o exige.

Um outro controlo é realizado para monitorizar o desgaste dos elementos de compactação da espalhadora ao longo do tempo. No seguinte gráfico é possível visualizar a perda significativa da capacidade e compactação da espalhadora.

A monitorização auxilia os serviços eletromecânicos na realização de encomendas de materiais e sobressalentes. O processo de encomenda pode demorar meses devido a procedimentos aduaneiros.

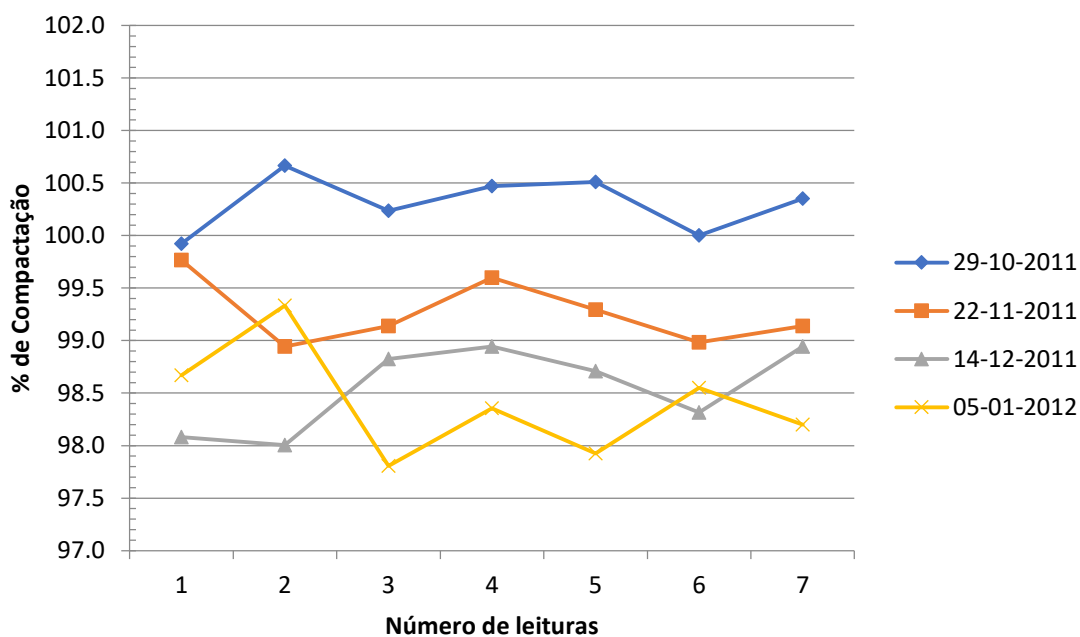


Figura 3.27 – Monitorização do desgaste dos sistemas de compactação da pavimentadora

4.6 - Controlo das espessuras das camadas betuminosas

O controlo da espessura das camadas betuminosas é importante para garantir a conformidade com as exigências de qualidade definidas na especificação do projeto. Uma não conformidade relacionada com a espessura da camada betuminosa final pode ter impactos financeiros significativos.

Segundo a especificação do projeto, o empreiteiro pode compensar as pequenas deficiências na espessura das camadas betuminosas pelo incremento na espessura da camada betuminosa seguinte. Mas depois de terminada a camada

final, qualquer não conformidade na espessura de uma camada que não tenha sido compensada pelo aumento de espessura na camada seguinte, é considerada como não conforme na camada final.



Figura 3.28 – Carote executado na camada de macadame

Para efeitos de pagamento, a especificação refere ainda que qualquer variação na espessura total das camadas betuminosas é sujeita a uma redução proporcional na medição do volume da camada final. Como alternativa, o empreiteiro pode construir a seu próprio custo, uma camada superficial para corrigir as não conformidades na espessura da camada, mas esta deve ter no mínimo 40 mm de espessura compactada.

Se a não conformidade na espessura do total das camadas betuminosas estiver entre 0 mm e os 3 mm, o pagamento total é feito na condição de que a não conformidade não seja encontrada em mais de 10% do total do projeto.

Se a não conformidade na espessura da camada estiver entre 3 mm e os 10 mm, apenas é realizado 80 % do valor total previsto para as camadas betuminosas. O contrato prevê a execução de 45.443.405€ de camadas betuminosas:

- Camada macadame 11.587.695€;
- Camada desgaste 12.314.507€;
- Fornecimento de betume 21.541.203€.

É necessário implementar controlos para monitorizar a espessura da camada ao longo da sua aplicação. Nas zonas aeronáuticas, o controlo é mais complexo, uma vez que a estrutura de pavimento é composta por quatro camadas betuminosas, sendo duas de macadame e duas de desgaste.

Este controlo é realizado por dois processos. O primeiro é feito através da constante monitorização altimétrica das camadas betuminosas. Um assistente da topografia verifica durante o processo de pavimentação, a altimetria da camada. Estes valores são depois comparados com as camadas subjacentes e a espessura da camada teórica.



Figura 3.29 – Controlo altimétrico das camadas betuminosas durante a pavimentação

Através desta análise é possível identificar as variações na espessura da camada compactada e identificar a homogeneidade da pré-compactação realizada pela espalhadora. Na figura 3.30 - Espessura da camada betuminosa após pré compactação da espalhadora é demonstrada a altura da camada logo a seguir à pré-compactação e a diferença em centímetros para a camada betuminosa após o fim da compactação. A pré-compactação ao centro da espalhadora é superior à pré-compactação atingida nas extremidades devido à força exercida pelo peso próprio da espalhadora.

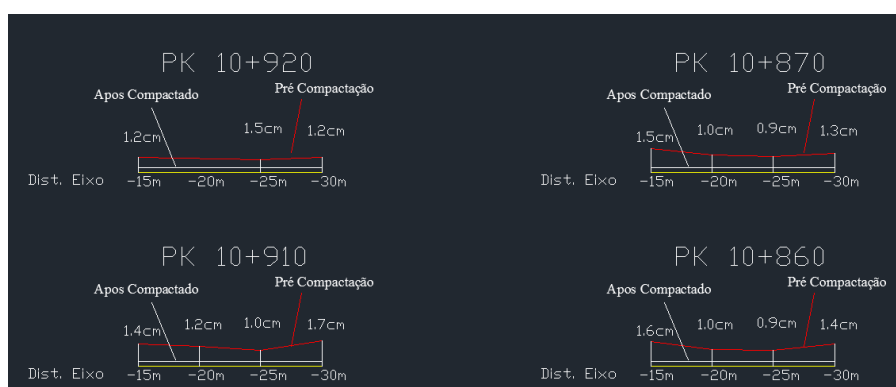


Figura 3.30 – Espessura da camada betuminosa após pré compactação da espalhadora

A determinação da percentagem de compactação das camadas é um elemento fundamental. É através desta percentagem que a altimetria de pavimentação é definida na espalhadora. A percentagem varia consoante o tipo de material e a espessura das camadas pelo que é necessário efetuar um controlo constante para garantir a conformidade altimétrica das camadas pavimentadas.

A tabela 3.6 – “Controlo altimétrico da percentagem de compactação das camadas” exemplifica como este controlo é realizado. Neste caso prático, realizado no “Taxiway Alfa 1”, a altimetria de nove pontos foi registada após a pré-compactação da espalhadora e antes do início da compactação pelos cilindros lisos e de pneus. A altimetria nos mesmos pontos foi verificada após a conclusão do processo de compactação. Nos resultados, a percentagem de compactação é aferida assim como a diferença entre a cota de projeto e a cota pavimentada.

Tabela 3.6 – Controlo altimétrico da percentagem de compactação das camadas

Taxiway Alfa 1 - Tabela de índice de compactações para desgaste							
Nº PONTO	Antes de compactação		Após Compactação	Resultados			
	Cota desgaste sem compactação "in situ"	Espessura não compactada "in situ" (m)	Espessura compactada "in situ" (m)	índice de compactação (%)	Cota Teórica desgaste	Cota Verificada	Diferença (mm)
1	79,758	0,084	0,071	15%	79,742	79,745	-0,003
2	79,760	0,077	0,066	14%	79,750	79,749	0,001
3	79,763	0,072	0,063	13%	79,760	79,754	0,006
4	79,772	0,090	0,077	14%	79,754	79,759	-0,005
5	79,775	0,081	0,071	12%	79,764	79,765	-0,001
6	79,779	0,076	0,067	12%	79,774	79,770	0,004
7	79,791	0,073	0,066	10%	79,788	79,784	0,004
8	79,789	0,083	0,071	14%	79,776	79,777	-0,001
9	79,783	0,086	0,074	14%	79,767	79,771	-0,004

O segundo controlo é feito pela extração e medição dos carotes cilíndricos. A espessura da camada betuminosa é determinada pela média das medições dos carotes, arredondado para cima ao milímetro mais próximo.

Quando a medição do carote para qualquer secção pavimentada não é deficitária em mais do que 5 mm do que a espessura teórica, a espessura do carote é considerada como sendo a espessura teórica. Se a medição do carote para qualquer zona pavimentada for deficitária em mais do que 5 mm, mas inferior a 20 mm, são extraídos dois carotes adicionais espaçados a uma distância não inferior a 100 metros e juntamente com o primeiro carote devem ser usados para determinação da espessura média na secção.

Sempre que a medição do carote em qualquer zona pavimentada for inferior em mais de 20 mm do que a espessura teórica, a determinação da espessura média

da camada nessa secção é determinada pela remoção de carotes paralelos ao eixo e em intervalos não inferiores a 5 metros da zona afetada até que, em cada direção, um carote seja retirado cuja espessura não seja deficitária em mais de 20 mm.

Os carotes exploratórios para espessuras deficitárias não são considerados na determinação da espessura média. As secções pavimentadas para leitura individual têm que ter 300 metros lineares por secção para cada banda pavimentada. Outras áreas como intersecções, entradas, travessias ou rampas são consideradas como uma secção e a sua espessura deve ser determinada à parte.

A tabela 3.7 - “Controlo da espessura da camada de desgaste na berma” exprime a importância da monitorização das espessuras.

Tabela 3.7 – Controlo da espessura da camada de desgaste na berma

<i>Plano de Carotagens - Bermas</i>							
ID	Local	PK	Distancia Eixo	Camada desgaste (mm)			
				1a Camada	2ª Camada	Méd	DIF. ^a
1	Mike	88	15,01	72	75	74	-1,5
2	Mike	88	-14,99	76	78	77	2,0
3	Mike	152	-14,00	71	76	74	-1,5
4	RW	10069	36,04	53	56	55	-20,5
5	RW	10180	31,52	78	78	78	3,0
6	RW	10240	31,52	81	80	81	5,5
41	Ch	12738	21,06	90	88	89	14,0
42	Ch	12802	15,46	73	63	68	-7,0
MÉDIA						72	-2,7

Entre 42 carotes efetuados nas bermas, a média de espessura dos carotes é de 72.3 mm contra uma espessura teórica de 75 mm, ou seja, uma diferença de 3,0 mm. Este resultado valida os trabalhos efetuados nas bermas, não sendo necessário efetuar nenhuma das ações corretivas mencionadas nas especificações.

A medição da espessura dos carotes permite ainda fazer um controlo de custos durante a execução da pavimentação.

No quadro seguinte é resumida a média das espessuras de 226 carotes realizados nas zonas designadas por “Runway” e “Taxiway”. A leitura das espessuras está dividida pelo tipo de mistura betuminosa – macadame e desgaste. A camada de macadame tem uma espessura teórica de 180 mm e a camada de desgaste tem uma espessura teórica de 120 mm.

Tabela 3.8 – Espessura das camadas betuminosas de macadame e desgaste no “Runway” e “Taxiway”.

ID	Eixo	PK	Dist. Eixo	Espessura dos carotes (mm)							
				Camada macadame				Camada desgaste			
				1a	2ª	Méd	DIF. ^a	1a	2ª	Méd	DIF. ^a
1	Ch	10011	0,03	161	161	161	-19	128	130	129	9
2	Ch	10035	-8,19	223	223	223	43	114	115	115	-6
3	Ch	10061	0,32	162	165	164	-17	125	124	125	5
224	Ch	10122	36,04	203	200	202	22	123	123	123	3
225	Ch	10108	17,46	201	206	204	24	111	113	112	-8
226	Ch	10035	8,21	185	180	183	3	123	124	124	4
MÉDIAS						183	3			125	5

Através da análise destes resultados, são acompanhadas as variações da espessura da camada aplicada em relação à espessura teórica.

Tabela 3.9 – Espessura das camadas betuminosas de macadame e desgaste no “Runway” e “Taxiway”.

	Espessura mm		Variação %
	Teórico	Aplicado	
Camada macadame	180,0	183,1	1,7%
Camada desgaste	120,0	125,5	4,6%

4.7 - Alteração da especificação do projeto

A especificação do projeto exige o mesmo valor de compactação para todas as camadas betuminosas, não diferenciando o tipo de mistura e da sua utilização final.

O valor de compactação exigido para a camada de desgaste na pista de aterragem “Runway” é o mesmo que é exigido nos caminhos de serviço do aeroporto. A especificação exige uma compactação média da produção diária de 98% para todas as camadas betuminosas aplicadas.

Este requisito obriga a aplicação de um valor de energia de compactação suficiente que satisfaça este requisito de compactação. Se este valor for ajustado em função da utilização final das camadas, a necessidade de utilização do equipamento de compactação pode ser reduzida assim como o custo da operação.

Para atingir os requisitos de compactação da especificação é necessário aplicar vibração durante a passagem dos cilindros lisos.

Para camadas betuminosas finas, o recurso à compactação com vibração para atingir as percentagens de compactações pode levar ao esmagamento dos inertes, originando futuras fissuras nas camadas betuminosas. Segundo o MS-4 - "Vibratory rollers can be used for compacting any type of HMA mixture but generally are not used in the vibratory mode when the mat thickness is 1.5 inches (37.5 mm) or less to avoid fracturing the aggregate and damaging the mixture.", cf. – MS-4, Vibratory Rollers, pag. 429.

Nas zonas rodoviárias, a espessura da camada de macadame oscila entre os 5.0 centímetros e os 7.0 centímetros e na camada de desgaste a espessura varia entre os 4.0 centímetros e os 7.0 centímetros,

Segundo o MS-4, a dimensão mínima recomendada para uma camada betuminosa não deve ser inferior a 3 vezes a dimensão do inerte de maior dimensão do fuso granulométrico da mistura betuminosa, ou seja, no caso do macadame 0 – 25 mm a espessura mínima será de 75 mm e no caso do desgaste com um fuso 0 - 16 mm, a espessura mínima de pavimentação é de 48 mm.

Este requisito está especificado no Asphalt Handbook MS-4, Layer Thickness, pag. 222;- "If the thickness of the layer is less than two and a half or three times the nominal aggregate size, it may be impossible to achieve the density requirements in the specifications."

Igualmente na zona aérea, não existe distinção na percentagem de compactação entre a plataforma, a junta e a berma, contrariamente ao mencionado nas especificações gerais da Federal Aviation Administration, reconhecida pelo MS-4 e na qual é referida a distinção entre densidade do material ".....if the average mat density of the lot so established equals or exceeds 96 percent, the lot shall be acceptable..." e a densidade do material entre juntas "... if the average joint density

of the lot so established equals or exceeds 94 percent, the lot shall be acceptable.”,
- FAA – 150/5370-10F, pag. 278.

Foi proposto ao cliente a diferenciação da percentagem de compactação entre a zona aeronáutica e a zona rodoviária e na zona rodoviária, a distinção entre berma, estradas de serviço e estradas de acesso. Ver anexo 8 – Proposta de alteração dos valores de compactação.

Foram propostos os seguintes valores:

Zona aeronáutica: 98%;

Zona rodoviária:

- Estrada com perfil tipo “Estrada de acesso” 96%;
- Estrada com perfil tipo “Estrada de serviço” 95%
- Bermas 94%.

Foi também proposto ao cliente SBG para a determinação da densidade Marshall do dia e para a zona rodoviária, que o número de pancadas Marshall fosse variável em função do tráfego da estrada, entre 50 ou 75 pancadas.

Segundo a especificação do projeto, a percentagem de compactação é obtida através do método Marshall. Este método consiste em compactar por impacto – compactador Marshall – uma amostra da mistura betuminosa num molde cilíndrico. A especificação refere ainda o número de pancadas que o compactador Marshall deve dar ao provete – 75 pancadas.

Com o objetivo de maximizar a percentagem de compactação obtida no laboratório, foi realizado um estudo para analisar o ganho na compactação pela atribuição de 50 pancadas pelo compactador mecânico Marshall. Durante o mês de junho de 2012 foram recolhidas 10 amostras da camada de desgaste logo após a pavimentação.

Todas as amostras foram compactadas em laboratório através do compactador Marshall com 50 e 75 pancadas. Os resultados obtidos estão representados no seguinte quadro:

Tabela 3.10 – Características da camada de desgaste com a aplicação de 50 e 75 pancadas

Resumo das características da camada de desgaste com 50 e 75 pancadas											
Ensaio	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'	
Central betuminosa	Branca		Branca		Branca		Branca		Azul		
Data	05/06/2012		06/06/2012		07/06/2012		07/06/2012		18/06/2012		
Amostra nº	BB.539		BB.546		BB.549		BB.551		BB.552		
Numero pancadas	50	75	50	75	50	75	50	75	50	75	Tolerancias
Teor em betume	5,0	5,0	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	± 0,2%
% de betume	4,8	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	4,9	± 0,2%
Densidade dos provetes	2,516	2,521	2,509	2,536	2,525	2,530	2,510	2,521	2,521	2,526	± 0,050 g/cm3
Densidade máxima teorica (Gmm)	2,702	2,702	2,686	2,686	2,713	2,713	2,713	2,713	2,684	2,684	± 0,050 g/cm3
Percentagem de vazios	6,9	6,7	6,6	5,6	6,9	6,7	7,5	7,1	6,7	5,9	4,0% a 7,0%
Porosidade sem betume (VMA)	18,1	18,0	18,5	17,6	17,9	17,7	18,4	18,1	18,6	17,9	> 15%
Grau saturação do betume (VFA)	61,9	62,6	64,3	68,3	61,4	61,9	59,4	60,9	64,1	67,2	50% a 70%
Estabilidade marshall	11829	13163	10300	12091	12861	12440	13318	15182	13093	15140	> 9800 N
Deformabilidade (0,25mm)	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,3	3,3	2,9	2,3	2,7	2 a 4 (0,25mm)
Gainho densidade dos provetes	0,005		0,027		0,005		0,011		0,005		

Os valores obtidos com 50 pancadas estão dentro das tolerâncias do projeto embora com ligeiras variações quando comparados com 75 pancadas. Contudo, o ganho na densidade dos provetes com 75 pancadas é mínimo pelo que não existe um benefício direto no calculo da percentagem de compactação Marshall.

O cliente SBG aceitou a revisão do valor de compactação exigido. Para as bermas e para as camadas de macadame, o valor de compactação passou a ser de 96%.

A diminuição dos requisitos de compactação permite reduzir os tempos de utilização dos recursos associados á compactação e os custos associados a estes recursos tais como:

- Equipamento;
- Combustível;
- Operador.

Capítulo 5 - Conclusão

Um projeto perfeito, pronto a usar, não existe. Tem de ser criado. Os processos construtivos obsoletos têm consequências não só financeiras, mas também na qualidade dos trabalhos e na motivação das equipas do projeto.

A implementação de uma análise de custos aos processos construtivos, resulta numa fragmentação das entregas contratuais em pacotes de trabalho acompanhados por índices de produtividade e custo, auxiliando a avaliação da produtividade e da performance financeira.

Estes mecanismos também valorizam o esforço da equipa e o trabalho individual. A observação intrínseca dos processos construtivos e a sua análise crítica permitem extrair conclusões que, uma vez aplicadas, promovam a integração de todos os colaboradores em redor dos objetivos do projeto, fator chave na motivação dos trabalhadores. O mais competente deles tem de saber para onde deve dirigir a sua energia e avaliar e exprimir a sua performance. Um projeto deve ser monitorizado e controlado a um nível que permita incluir todos os recursos utilizados, numa perspetiva micro, e em detalhe.

A implementação destes sistemas só é possível através do investimento das empresas em estruturas organizacionais sustentáveis.

A importância do conhecimento do funcionamento de todos os recursos alocados ao projeto abre portas a um controlo exímio de custos.

O controlo de custos eficaz passa por uma desfragmentação do processo construtivo para assim possibilitar não só o controlo de custos, mas a otimização dos recursos. A margem de venda não pode ser um fator limitador da exploração dos mecanismos de controlo.

Estes processos envolvem toda a equipa afeta ao projeto. Um servente que liga um gerador para aquecer betume sabe que tem um papel a desempenhar na equipa e que a direção acompanha o seu trabalho. Este esforço integra a toda a equipa, os colaboradores entendem os objetivos e sentem-se incluídos.

Os supervisores devem ter conhecimento de casos práticos em projetos semelhantes dentro do ecossistema da empresa. O conhecimento empírico

substanciado pela repetição da mesma tarefa não deve ser encorajado. As lições aprendidas e a transmissão desse conhecimento entre projetos devem ser incluídas nas políticas internas de trabalho das empresas e apoiada pela direção.

O projeto não conclui com as entregas contratuais e com os procedimentos administrativos. A conclusão do encerramento de um projeto deve incluir a transferência completa da informação recolhida ao longo do projeto para os diversos departamentos internos que suportam a elaboração dos projetos dentro do ecossistema da empresa. Esta informação deve incluir comentários do cliente sobre o produto final e o projeto. Ignorar este procedimento pode resultar na repetição dos mesmos erros e afetar a reputação da empresa.

Referencias bibliográficas

ASTM D 2950 91 (1997) - "Standard Test Method for Density of Bituminous Concrete in Place by Nuclear Methods", ASTM, USA

ASTM D 979 89 - "Standard Practice for Sampling Bituminous Paving Mixtures", ASTM, USA

ASTM D 2041 – 95 "Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures", ASTM, USA

Asphalt Institute, (2007) "The Asphalt handbook (MS-4)", Asphalt Institute, USA

Mulcahy, Rita et al. (2013), "Project Management Professional Exam Preparation", eighth edition, USA, RMC Publications, Inc.

Branco, Fernando et al. (2005), "Pavimentos Rodoviários", Coimbra, Edições Almedina S.A.

Project Management Institute (1996), "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", fifth edition, Project Management Institute, USA

BOMAG GmbH (2009), "Basic Principles of Asphalt Compaction – Compaction methods, compaction equipment, rolling techniques", BOMAG GmbH, Germany

Moviter, "Pavimentação – Recomendações para utilização adequada da pavimentadora"

World Bank, "The world bank in Senegal – Overview", [Online], Disponível: <http://www.worldbank.org/en/country/senegal/overview#1>

Federal aviation administration, (2014), Airport Construction Standards (ac 150/5370-10) - part 5 – Flexible surface courses item p-401 hot mix asphalt (hma) pavements, FAA, USA

AIBD, The New Blaise Diagne Airport in Diass - Senegal, Final Design Specifications.

Anexos

Anexo 1 - Ficha de recepção do betume

	FICHE DE RECEPTION DU BITUME Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier Aéroport Diass	Page: 1 / 1
---	--	-------------

<u>FOURNISSEUR:</u>	TERMCOTANK
<u>DATE:</u>	
<u>N.° CONTENEUR:</u>	

1. <u>POIDS BRUIT SUR BL:</u>	TON
2. <u>POIDS BRUIT SUR MSF:</u>	TON
3. <u>POIDS NET SUR BL:</u>	TON
4. <u>TARE CONTENEURS BL:</u>	TON
5. <u>POIDS CONTENEUR VIDE MSF:</u>	TON
6. <u>POIDS NET:</u>	TON

VERIFICATION DE CONFORMITÉ

$$\frac{\text{Poids Bruit Sur MSF} - 0,2 - \text{Tare Conteneurs}}{\text{Poids Net Sur BL}} \times 100 = \boxed{} \%$$

	≥ 98% CONFORME
--	----------------

	< 98% NON CONFORME
--	--------------------

Immatriculation :

QSE.13.3415.01

Anexo 2 - Registo de pesagem dos contentores

	REGISTRÉ DE PESAGE DU BASCULE Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier Aéroport Diass	Registré n.º
---	---	---------------------

POIDS LIVRÉ:

<u>FOURNISSEUR:</u>	TERMCOTANK
<u>DATE:</u>	
<u>N.º CONTENEUR:</u>	

TICKET DE PESAGE	Signature MSF
	Signature du Chauffeur
	Signature et Cachet du Pointeur

Immatriculation :

QSE.03.3415.00

Anexo 3- Resumo contentores betume - maio 2011

	<p align="center">Résumé Conteneur de Bitume Termotank</p> <p align="center">O 3415 - Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier Aéroport Diass</p>	<p align="right">Page.: 1/1</p>
---	---	---------------------------------

Date de Livraison	Nº Conteneur	Poids Conteneur Bruit (Ton)	Poids Conteneur Vide (Ton)	Qtt. Bon Livraison (Ton)	Situation
11-Mai	DTOU 0045491	34,990	3,990	30,800	Déchargé
11-Mai	DTOU 0022330	35,010	3,980	30,830	Déchargé
11-Mai	DTOU 0059828	34,800	3,650	30,950	Déchargé
12-Mai	DTOU 0042635	35,110	3,990	30,920	Déchargé
13-Mai	DTOU 0082068	34,560	3,650	30,710	Déchargé
14-Mai	DTOU 0021102	34,870	3,980	30,890	Déchargé
15-Mai	DTOU 0006730	35,010	4,250	30,760	Déchargé
19-Mai	DTOU 0047067	34,400	3,650	30,750	Déchargé
19-Mai	DTOU 0097664	33,775	3,650	30,125	STOCK
19-Mai	DTOU 0086356	34,390	3,650	30,740	Déchargé
19-Mai	DTOU 0097730	33,740	3,650	30,090	STOCK
19-Mai	DTOU 0081170	34,420	3,650	30,770	Déchargé
20-Mai	DTOU 0025509	34,750	3,990	30,760	STOCK
20-Mai	DTOU 0010284	34,760	3,980	30,780	Déchargé
20-Mai	DTOU 0097685	33,750	3,650	30,100	Déchargé
20-Mai	DTOU 0097710	33,700	3,650	30,050	Déchargé
20-Mai	DTOU 0097772	33,725	3,650	30,075	Déchargé
20-Mai	DTOU 0042698	34,740	3,990	30,750	Déchargé
21-Mai	DTOU 0082854	34,300	3,650	30,650	Déchargé
21-Mai	DTOU 0097176	33,750	3,650	30,100	Déchargé
21-Mai	DTOU 0097263	33,800	3,650	30,150	Déchargé
21-Mai	DTOU 0097140	33,750	3,650	30,100	STOCK
21-Mai	DTOU 0039009	33,990	3,990	30,000	Déchargé
21-Mai	DTOU 0097200	33,720	3,650	30,070	STOCK
26-Mai	DTOU 0039272	34,020	4,300	29,720	STOCK
26-Jun	DTOU 0047766	33,490	4,300	29,190	Déchargé
26-Mai	LBOU 0002030	33,710	4,300	29,410	Déchargé
26-Mai	DTOU 0027266	33,630	4,300	29,330	Déchargé
30-Mai	DTOU 0043966	34,740	3,990	30,750	STOCK
30-Mai	DTOU 0045017	34,740	3,990	30,750	STOCK
31-Mai	DTOU 0039694	32,040	3,990	28,050	STOCK
31-Mai	DTOU 0043755	34,750	3,990	30,760	STOCK
TOTAL				969,88 ton	


STOCK	301,18 ton
--------------	-------------------

Anexo 4 – Registo interno de obra - Ensaio de penetrabilidade

VERIFICAÇÃO DOS CONTENTORES DE BETUME - TERMCOTANK (ENSAIO DE PENETRABILIDADE)

Identificação Interna	Data de Recolha	N.º do Contentor	Recolha a Quente/Frio	Resultado	C / NC	Observações	Lote /SBG Aprovação
PB.223	02-03-2012	DYOU 0036988	Frio	25,3	NC	Controlo Interno	Lote 2
	09-03-2012		Quente	30,0	NC	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	
	09-03-2012		Quente	35,0	C	CEREEQ	
PB.224	02-03-2012	DYOU 0097258	Frio	30,2	NC	Controlo Interno	Lote 2
	09-03-2012		Quente	32,0	NC	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	
	09-03-2012		Quente	35,0	C	CEREEQ	
PB.227	13-03-2012	DYOU 0093592	Quente	39,3	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.228	13-03-2012	DYOU 0086700	Quente	35,3	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.229	13-03-2012	DYOU 0093550	Quente	37,8	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.230	13-03-2012	DYOU 0058816	Quente	36,0	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.231	14-03-2012	DYOU 0092507	Quente	38,0	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.235			Quente	38,8	C	MSF + Senelabo - Aprovação do Lote 1	
PB.232	14-03-2012	DYOU 0093442	Quente	35,3	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.233	14-03-2012	DYOU 0095770	Quente	38,0	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 1
PB.236	14-03-2012	DYOU 0058307	Quente	36,8	C	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 2
PB.237	15-03-2012	DYOU 0088997	Quente	26,8	NC	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 3
PB.238	15-03-2012	DYOU 0023091	Quente	23,8	NC	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 3
PB.239	15-03-2012	DYOU 0045697	Quente	31,3	NC	Recolha e Ensaio MSF + Termcotank	Lote 2
PB.240	15-03-2012	DYOU 0058293	Quente	34,5	C	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.241	15-03-2012	DYOU 0082350	Quente	35,3	C	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.242	15-03-2012	DYOU 0028426	Quente	27,3	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 2
PB.243	15-03-2012	DYOU 0045974	Quente	28,8	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 2
PB.244	16-03-2012	DYOU 0026017	Quente	33,3	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.245	16-03-2012	DYOU 0087347	Quente	32,8	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.250	17-03-2012		Quente	35,6	C	MSF + Senelabo - Aprovação do Lote 3	
PB.246	16-03-2012	DYOU 0086063	Quente	34,8	C	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.247	16-03-2012	DYOU 0082330	Quente	26,3	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 2
PB.251	17-03-2012		Quente	38,3	C	MSF + Senelabo - Aprovação do Lote 2	
PB.248	16-03-2012	DYOU 0052103	Quente	27,0	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 3
PB.249	16-03-2012	DYOU 0093653	Quente	28,8	NC	Recolha MSF + Termcotank/Ensaio MSF	Lote 2

Anexo 5 - Ficha de controlo do stock de betume (aquecimento)

	FICHE CONTROLE – STOCK BITUME Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier Aéroport Diass	Page: 1
---	--	---------

CENTRAL _____		
DATE: _____	GROUPE N.º: _____	N.º RESISTANCES: _____

Nº CONTENEUR _____		DECHARGE	
DEBUT CHALLEUR	FIN CHALLEUR	TEMPERATURE _____	
DATE _____	DATE _____	DEMARAGE _____	
HEUR _____	HEUR _____	FIN _____	

TÉCNIQUE:	CHEF CHANTIER:	RESPONSABLE:
-----------	----------------	--------------

QSE.05.3415.02

Anexo 6 - Ficha de controlo do fabrico de emulsões

	<p align="center">FICHE CONTROLE – STOCK PETROIL ET BITUME</p> <p align="center">Travaux de Pavements du Runway et Taxiway du Chantier Aéroport Diass</p>	<p align="right">Page: 1</p>
---	--	------------------------------

DATE: _____ HEURE: _____ MATRICULE: _____


- Production du Cutback 01
- Production du Accrochage 400/600
- Transformation du 01 en 400/600
- Transformation du 400/600 en 01

POID INICIAL CAMION		kg
QUANTITÉ PETROIL		Kg
		Lts
QUANTITÉ BITUME		kg
POID FINAL CAMION		kg

CHAUFFER:	CHEF CHANTIER:	RESPONSABLE:
------------------	-----------------------	---------------------

QSE.06.2415.00

Anexo 7 - Controle impregnação Cutback 01

		PRODUITS BITUMINEUX			
CHANTIER: 3415 - TRAVAUX DE PAVEMENTS DU RUNWAY ET TAXIWAY DU CHANTIER AÉROPORT DIASS		Localisation: RUNWAY Bandes 2, 3 et 4			
Date d'essai: 14/mai/11	APPLICATION DE BITUME			Du PK: 11+500 au PK: 12+020	
CONTROLE INTERNE			Côté: Droite Processe N.º IMP.002		

BAC DE MESURE		BITUME			
DIMENSIONS (m)	AIRE (m ²)	CLASSE	FOURNISSEUR	TYPE D'UTILISATION	VALEUR RECOMMANDÉE
0,250 x 0,250	0,063	Prime Coat (Cut-Back 0/1)	Termcotank	Couche D'Impregnation	0,75 a 1,5 Kg/m ²

BAND	PK	POIDS DU BAC (Kg)	POIDS DU BAC PLUS BITUME (Kg)	POIDS DU BITUME DANS LE BAC (Kg)	QUANTITÉ DE BITUME (Kg/m ²)
2°	11+700	0,960	1,060	0,100	1,60
2°	11+950	0,950	1,039	0,089	1,42
3°	11+700	0,949	1,033	0,084	1,34
3°	11+900	0,956	1,034	0,078	1,25
3°	11+600	0,954	1,049	0,095	1,52
4°	11+700	0,964	1,049	0,085	1,36
4°	11+800	0,965	1,040	0,075	1,20
4°	11+900	0,969	1,066	0,097	1,55
QUANTITÉ DE BITUME APPLIQUÉ - Moyenne (Kg/m ²)					1,41

OBSERVATIONS: Avec le controle		
MSF-Laboratoire:	MSF-Vérifié par:	

bitumes - Fiche 1/1

Anexo 8 - Proposta de alteração dos requisitos de compactação



MSF Engenharia, S.A.
Senegal Head Office
Cité Touba, Villa n.°20 Almadies
Dakar, Senegal
Tel: (+221) 832 92 10
Fax: (+221) 832 92 08
www.msf.pt

MONSIEUR REDA JABRI
CHEF DE PROJET
SAUDI BINLADIN GROUP

Nos références 0190/13-D

Date : 11. 04. 2013

OBJET : *OBRA 3415 – TRAVAUX DE PAVEMENTS DU RUNWAY ET TAXIWAY DU CHANTIER AEROPORT
DIASS*
MSF PROPOSAL TO REDUCE THE COMPACTION ON ROADS AND DAR REPLY

Monsieur le Chef de Projet,

Suite à votre courrier réf. : **P935-RJ-003340-04-13 du 10 Avril 2013** relatif à la Modification de deux Paramètres de Contrôle de la Qualité des Couches de Grave Bitume et Béton Bitumineux, nous vous informons que nous exposons ces points suivants :

- Tous les «**Parkings**» ont une couche de « Bituminous Base Corse 0/25mm » de 50 mm et les «**GSE Roads**» ont une couche de 60mm. Dans les deux (2) zones, la règle définie dans le «Asphalt Handbook» où le $2.5 \times 25\text{mm} = 62.5\text{mm}$ n'est pas vérifiée.
 - Epaisseur Bituminous Base Course 0/25mm **Parkings** : 50mm < 62.5mm
 - Epaisseur Bituminous Base Course 0/25mm **GSE Roads** : 60mm < 62.5mm

L'application de la vibration sur les couches de base où la règle $2.5 \times 19\text{mm}$ est vérifiée à peine par 2,5 mm pourra accélérer le vieillissement de la couche et provoquer à long terme des dégâts provenant de l'écrasement du basalte. Sur le «Asphalt Handbook» pg.422 «A general rule of thumbs for mixes above the maximum density line **would be to use at least three times the nominal maximum aggregate size for minimum lift thickness.** »

Cartonble Incorua Tex number an-01-2008-e-16.772

CHANTIER À DIASS
Projet du Nouvel Aéroport International Blaise Diagne
Diass
Tel: +221 339 295 700
Fax: +221 339 295 701
SGL-001.10

Anexo 8 - Proposta de alteração dos requisitos de compactação



MSF Engenharia, S.A.
Senegal Head Office
Cite Touba, Villa n. 920, Almadies
Dakar, Senegal
Tel: (+221) 832 92 10
Fax: (+221) 832 92 08
www.msf.pt

D'accord avec «The Asphalt Handbook», pg.22 «paving thick layers in the middle of the summer may lead to an excessively long wait for mix to cold before finish rolling can be completed. Additional **rolling during this time may actually damage the material**».

En référence aux points antérieurement mentionnés, nous sollicitons l'altération de la valeur de compactage pour les routes secondaires où l'épaisseur est inférieure à 70 mm pour **96 %**. Cette modification est la condition qui permet de diminuer le nombre de passages des cylindres vibrants, garantissant que le basalte ne soit écrasé. Il permet aussi de diminuer d'éventuelles ondulations sur la superficie de la couche d'enrobé, augmentant le confort de la circulation des véhicules.

L'équipement et la méthodologie de travail resteront inchangés, aussi la qualité présentée par MSF tout au long de l'exécution de toutes les couches d'enrobé faites à l'Aéroport Blaise Diagne.

Nous vous en souhaitons bonne réception et vous prions d'agréer, Monsieur le Chef de Projet, l'assurance de notre considération distinguée.

M. Manuel MAIA



PJ : Landfield- Epaisseurs des couches de Grave Bitume et Béton Bitumineux

Anexo 8 - Proposta de alteração dos requisitos de compactação

MSF LandField - Epaisseurs des couches de grave betume et beton bitumineux

Routes	Epaisseur Grave betume		Epaisseur Beton Bitumineux	
	Plateform (cm)	Accotment (cm)	Plateform (cm)	Accotment (cm)
Access Road 1	7,0	4,0	7,0	4,0
Access Road 2	7,0	4,0	7,0	4,0
Access Road 3	7,0	---	7,0	---
Access Road 4	7,0	4,0	7,0	4,0
Access Road 5	7,0	4,0	7,0	4,0
Arrival Road	7,0	---	5,0	---
Departure Road	7,0	---	5,0	---
Pavillion Access Road 1	7,0	4,0	7,0	4,0
Pavillion Access Road 2	7,0	4,0	7,0	4,0
Pavillion Service Road (GSE Road)	6,0	4,0	5,0	4,0
Cargo Access Road	7,0	4,0	7,0	4,0
Oxidation Pond Road				
Presidential Road	7,0	4,0	5,0	4,0
VIP Pavilions Road	7,0	4,0	5,0	4,0
Central Utility Complex Road	7,0	4,0	5,0	4,0
Perimeter Security Road 1				
Perimeter Security Road 2	5,0	4,0	5,0	4,0
External Perimeter Road 2	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 1	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 2	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 3	7,0	1,0	5,0	4,0
Service Road 4	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 5	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 6	7,0	4,0	5,0	4,0
Service Road 7	7,0	4,0	5,0	4,0
Fire Road	7,0	4,0	5,0	4,0