



FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Química
Curso de Engenharia do Ambiente
Relatório de estágio profissional

**Avaliação do desempenho do sistema de gestão ambiental
na açucareira da Maragra**

Autor: José Mário Ubisse

Supervisores:

Prof^a. Doutora Eng^a. Maria Eduardo

Eng^o. António Matavele (Maragra)

Maputo, Março de 2018

FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Química
Curso de Engenharia do Ambiente
Relatório de estágio profissional

**Avaliação do desempenho do sistema de gestão ambiental
na açucareira da Maragra**

Autor: José Mário Ubisse

Supervisores:

Prof^a. Doutora Eng^a. Maria Eduardo

Eng^o. António Matavele (Maragra)

Maputo, Março de 2018

Termo de entrega do relatório do estágio profissional

Declaro que o estudante finalista José Mário Ubisse entregou no dia de Março de 2018 as 4cópias do relatório do seu estágio profissional intitulado “Avaliação do desempenho do sistema de gestão ambiental na açucareira da Maragra”.

Maputo, Março de 2018

O Chefe do departamento

(Prof. Doutor. Eng. Borges Chambal)

DECLARAÇÃO SOB PALAVRA DE HONRA

Eu, José Mário Ubisse declaro por minha honra que o presente trabalho nunca foi apresentado, e que o mesmo foi realizado por mim com base nos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, como resultado de pesquisa bibliográfica e de discussões mantidas durante o estudo com a minha supervisora e do trabalho de campo.

(José Mário Ubisse)

Dedicatória

Esta conquista dedico especialmente ao meu falecido irmão Obadias Mário Ubisse que em vida em todos momentos foi pai, amigo companheiro.

Agradecimentos

A Deus em primeiro lugar pelo dom da vida e por mais uma conquista.

A família pelo apoio incondicional especialmente a minha mãe Adasse Macuacua, meu pai Mário Ubisse, aos irmãos Alzira, Jaime, Ana, Armando, Rosa e sobrinhos Obadias, Esmeralda, Almera, Obadias, Simião, Martinha, Telinha, entre outros.

A toda comunidade de sant' Egídio especialmente a Avo Rosa, Tia Guida, Tia Ana, Tia Agira, mano Kiss entre outros que estiveram presentes em todo meu crescimento.

Aos meus tios Beny Cavila e Hector pela ajuda prestada durante a minha formação.

A supervisora Professora Doutora Engenheira Maria Eduardo pelo apoio prestado para a realização do trabalho.

Aos colegas pelo apoio directo e indirecto durante essa longo caminhada e que estiveram comigo em todos momentos especialmente ao Jorge Filimone, Domingos Mugabe, Maira Natália, Dénia Vasco, Cardoso Júnior, Brito Nhone, José Manuel entre outros.

Aos amigos do grupo da família Ubisse, Alcidio Machava, Aida Matsinhe, Isabel e Elisa Macamo, Joelma Naiene, Alexandre Mangue, Marcia Mudalane, Hamina Fumo, Miguel Ndjive, Ifraime Matusse, Victor Tomas Chongo, Dona Catia Safrao, Dona Prudência, Senhor Macamo, Ercilia Simiao, Deyse Kenny, Quiluba Zawira, Airon Josee outros

A toda família Maragra pelo apoio e acolhimento especialmente para António Matavele, Gisela Mabote, Helena Chachuaio, Augusto Ngovo, Valder Pessane, Venâncio Valoi, Meraldino Chemane, Helio Gomes, Catarina Timana, Judas Timana, Helder Morar, António Matchai entre outros.

Tudo que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.

Roberto Shinyashiki

Resumo

O desempenho ambiental de um processo industrial é o resultado de gestão ambiental de seus processos, aspectos e impactos ambientais. Os impactos mais significativos devem ser identificados de modo a se poder definir a melhor forma de controlo e minimização daqueles impactos. Por outro lado, para que o desempenho ambiental possa ser medido e acompanhado é necessário que sejam definidos indicadores de desempenho, e que estes estejam alinhados aos objectivos, metas e estratégias de uma determinada indústria.

O presente trabalho teve como objectivo geral avaliar o desempenho do sistema de gestão ambiental (SGA) na açucareira da Maragra, verificando a sua adequação/integração de acordo com as estratégias, metas, objectivos da empresa. A metodologia de avaliação de desempenho utilizada foi comparativa aos indicadores e dedutiva. Os dados de desempenho operacional (consumo de água e de energia, quantidade de resíduos enviados ao aterro e de açúcar produzido), num período de 9 semanas e da condição ambiental (pH, DQO e aumento da temperatura), num período de 12 semanas, foram recolhidos por meio de inquéritos. Adicionalmente, no mesmo período (12 semanas), os dados do desempenho gerencial do centro de treinamento como o número de trabalhadores treinados no âmbito do SGA e não treinados assim como o número de auditorias planificadas e realizadas. Os dados obtidos destes indicadores foram comparados, respectivamente, aos do regulamento de padrões de emissões de efluentes para os indicadores da condição ambiental, valores estimados pelo banco mundial sobre o consumo de energia e valores estabelecidos pela ARA-Sul para o consumo de água e quantidade de resíduos enviados para o aterro.

Os resultados obtidos revelaram que o indicador da condição ambiental apresentou alterações nos valores de DQO, de 265 mg/l (na primeira semana) e 498 mg/l (na segunda semana), valores que se encontram fora dos limites pré-estabelecidos pelo regulamento sobre os Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissões de Efluentes para Indústria Açucareira (Decreto nº 18/2004). Os resultados dos indicadores de desempenho operacional, indicaram que o valor do consumo de energia de 2335.13 MJ/Kg foi superior ao pré-estabelecido pela Corporação Financeira Internacional. Apesar destas alterações observadas em alguns indicadores do desempenho ambiental, concluiu-se que o sistema de gestão implementado na Maragra é eficiente.

Índice de conteúdos

Lista de abreviaturas e siglas	V
Lista de figuras	VII
Lista de tabelas	VIII
Lista de equações.....	IX
1. Introdução	1
1.1. Justificação.....	3
1.2. Objectivos.....	5
1.2.1. Objectivo geral	5
1.2.2. Objectivos específicos	5
2. Revisão da literatura.....	6
2.1. Caracterização do processo de produção do açúcar	6
2.1.1. Etapas de produção do açúcar	7
2.1.2. Impacto ambiental devido a produção de açúcar.....	10
2.2. Sistema de gestão ambiental	12
2.2.1. Etapas da implementação de um sistema de gestão ambiental	14
2.2.2. Importância do sistema de gestão ambiental para as organizações.....	16
2.2.3. Sistema de gestão ambiental implementado na Maragra	18
2.3. Desempenho ambiental.....	19
2.3.1. Indicadores de desempenho ambiental	21
2.3.2. Indicador de desempenho operacional	21
2.3.3. Indicadores de desempenho gerencial	22
2.3.4. Avaliação da condição ambiental.....	23
2.3.5. Indicador de atendimento à legislação.....	24
2.3.6. Consumo de energia na indústria açucareira.....	25
2.4. Padrão de Qualidade Ambiental e de Emissões de Efluentes para Indústria Açucareira	25
3. Caracterização da área de estudo.....	26

3.1. Localização da área de estudo.....	26
3.2. Clima	28
4. Metodologia.....	29
5. Resultados e Discussão	30
5.1. Resultados dos indicadores de desempenho operacional	31
5.2. Indicador de desempenho gerencial.....	35
5.3. Resultados dos indicadores da condição ambiental.....	40
6. Conclusões e recomendações	44
6.1. Conclusões.....	44
6.2. Recomendações.....	45
7. Bibliografia.....	46

Lista de abreviaturas e siglas

ARA sul- Áreas de Reservas de Água da Zona Sul

CQO - Carência Química de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

DBO₅ – Demanda Biológica de Oxigénio

EDM - Electricidade de Moçambique

E_{fluente}- Temperatura do efluente

E = Total de amostras que ultrapassam o permitido

E_{RR} - Fonte de energias renováveis

E_{RNR} - Fonte de energias não renováveis

GEE - Gases de efeito de estufa

ISO – Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*)

IDO - Indicador de Desempenho Operacional

IDO_{CE}- Indicador de Desempenho Operacional para o consumo de energia

IDO_{REA} - Indicador de Desempenho Operacional para resíduos enviados ao aterro

IDG - Indicador de Desempenho Gerencial

ICA - Indicador de Condição Ambiental

IDA - Indicador de Desempenho Ambiental

IDO_{CA}- Indicador de Desempenho Operacional para o consumo de água

Maragra - Marracuene Agrícola Açucareira

m_{total} - Massa total de resíduos produzidos

m_{reciclado}- Massa total de resíduos reciclados

ONU - Organizações das Nações Unidas

PDCA – Planear (*Plan*), fazer (*Do*), verificar (*Check*), Agir (*Act*)

P_{total} - Produção de açúcar total durante o período em análise

SST – Sólidos Suspensos Totais

SGA -sistema de gestão ambiental

$T_{\text{rio incomati}}$ - Temperatura do meio receptor

T_s = Número de amostras para o período reportado

V_{in} - Volume de água que entra no processo

V_{out} - Volume de água que sai do processo

ΔT - Aumento da temperatura do rio Incomáti

%C - Percentagem de atendimento a legislação

Lista de figuras

Figura 1: Fluxograma da produção do açúcar, e seus subprodutos.....	6
Modelo PDCA da avaliação de desempenho ambiental.....	20
Figura 2: Localização da fábrica da Maragra.....	26
Figura 3: Fluxograma de produção de açúcar na Maragra.....	27

Figura 4: Resultado de consumo da água por quantidade de açúcar produzido.....	31
Figura 5: Resultado de consumo de energia por quantidade de açúcar produzido.....	32
Figura 6: Resultado da quantidade de resíduos enviados para o aterro por quantidade de açúcar produzido.....	33
Figura 8: Resultados de pH do efluente durante o período em estudo.....	40
Figura 9: Resultados de DQO durante o período em estudo.....	41
Figura 10: Resultado do aumento da temperatura no rio Incomáti.....	42

Lista de tabelas

Tabela 1: Identificação do impacto ambiental durante as etapas de produção do açúcar.....	10
Tabela 2: Cinco estágios do sistema de gestão ambiental para assegurar a melhoria contínua.....	13

Tabela 3: Etapas da implementação do sistema de gestão ambiental.....	14
Tabela 4: Benefícios da implementação do sistema de gestão ambiental segundo a literatura.....	17
Tabela 5: Normas aplicadas no âmbito do sistema integrado da Maragra.....	18
Tabela 6: Padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes na indústria de açúcar.....	25
Tabela 6: Resultado de auditorias internas e internacionais.....	35
Figura 7: Resultado de trabalhadores formados na Maragra.....	39

Lista de equações

Equação 1: Cálculo de indicador de consumo de água.....	22
Equação 2: Cálculo de indicador de consumo de energia incluindo fontes não renováveis.....	22
Equação 3: Cálculo de indicador de consumo de energia com fontes renováveis.....	22
Equação 4: Cálculo de indicador de resíduos enviados ao aterro.....	22

Equação 5: Oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio.....	24
Equação 6: Oxidação da matéria orgânica com permanganato de potássio.....	24
Equação 7: Cálculo da variação da temperatura incrementado no rio Incomáti.....	24
Equação 8: Cálculo de indicador de atendimento a legislação.....	24

1. Introdução

As organizações empresariais têm adoptado os sistemas de gestão ambiental (SGA) para controlar os seus processos, aspectos e impactos ambientais, em que primeiramente, são identificados os impactos mais significativos para depois, se definir a melhor forma de controlar e minimizar esses impactos.

Diversos autores vêm desenvolvendo estudos na área de sistema de gestão ambiental, focando na implementação, avaliação de desempenho ambiental entre outras áreas. Silveira et al. (2013), estudou os desafios da implementação de um sistema de gestão ambiental, numa indústria de lacticínios, concluindo-se que as dificuldades existentes estão no acompanhamento da legislação, na mudança da cultura dos colaboradores e demora de resposta dos órgãos legisladores quanto à implementação de novos projectos para a empresa, Souza (2009) analisou a implantação de um sistema de gestão ambiental em indústrias de embalagens de papel com base nos requisitos da norma ISO14001:2004 através da avaliação de gestão ambiental existente nessa indústria, tendo sido identificadas oportunidades de melhoria e propostas acções necessárias para a adequação da gestão ambiental aos requisitos da referida norma.

Em Moçambique, as empresas já começam a se preocupar com o controlo dos seus impactos e desempenho ambientais. Portucel Moçambique (2014) elaborou o seu Sistema de Gestão Ambiental e Social (SGAS) baseado nas recomendações do relatório do Estudo de Impacto Ambiental (REIA) e políticas/compromissos de boas práticas ambientais e sociais, e padrões de desempenho da International Finance Corporation e princípios e critérios preconizados pelo FSC (Conselho de administração florestal) e PEFC (programa para aprovação da certificação florestal). O autor refere, ainda, que o SGAS elaborado visa aperfeiçoar o cumprimento da legislação ambiental, focar a atenção da empresa num processo dinâmico e de melhoria contínua, possibilitando a empresa a descoberta de novas formas de gestão mais eficiente.

Considerando o exposto acima, pode-se afirmar que existem vários tipos de sistemas de gestão ambiental, porém, a medição e o acompanhamento do desempenho ambiental das organizações é facilitada pela definição de seus indicadores que, por sua vez, devem estar devidamente alinhados às estratégias, objectivos e metas da organização (Campos, 2001).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objectivo avaliar o desempenho do sistema de gestão ambiental na açucareira da Maragra.

1.1. Justificação

A Maragra é uma empresa Moçambicana fundada em 1910 (Roth, 1999), e dista a 75 km da cidade de Maputo. A empresa é composta por 12 sectores, nomeadamente processo, caldeiras, estação de bombas, oficinas, armazém do açúcar, departamento de segurança, balanças, escritórios dos departamentos da agricultura, fábrica e geral das obras, armazém geral, central eléctrica, áreas de depósito de contentores cheios de lixo e parque de estacionamento. Actualmente, com o objectivo de melhorar a sua performance ambiental, a empresa tem vindo a implementar um sistema integrado que engloba as normas, ISO 9001 que se refere à qualidade dos productos, ISO 22000 que esta ligado à gestão de segurança dos alimentos, ISO 45000 norma para a saúde e segurança no trabalho, ISO 26000 inclui a responsabilidade social empresarial, ISO 14000 relativo ao sistema de gestão ambiental e, OSHAS 18001 para a orientação de formação de um sistema de gestão e certificação da saúde e segurança ocupacionais.

No entanto, de todos sectores da empresa, o sector do processo apresenta perdas consideráveis de água durante a embebição e pelo desgaste da tubagem, originando efluentes, pois é neste sector onde ocorre quase todos processos de produção do açúcar. Contudo, o fraco controlo periódico de indicadores de desempenho ambiental no efluente, tais como pH, demanda química de oxigénio (DQO), aumento da temperatura, concentração do fósforo, consumo de energia e consumo de água, pode conduzir a estes parâmetros excederem os limites da legislação Moçambicana, de acordo com o regulamento de padrões de emissão da indústria açucareira (Decreto n° 18/2004). O resultado do desvio destes parâmetros em relação aos legislados podem ser traduzidos em multas, perda de credibilidade da empresa e conseqüentemente haverá, também a perda de competitividade no mercado nacional e internacional (Oliveira & Serra, 2009). Sendo assim, a empresa não se encontra certificada pela norma ISO 14031, mas há uma preocupação a nível da mesma em avaliar o nível do seu desempenho ambiental e identificar as áreas da empresa onde seriam necessárias melhorias dos indicadores de desempenho operacional, gerencial, bem como a condição ambiental.

Neste contexto, a relevância do presente estudo advém da resposta às seguintes questões de pesquisa: Será que o actual método de avaliação de desempenho do sistema de gestão ambiental realizado periodicamente na Maragra é a melhor forma dessa empresa integrar o controlo ambiental na sua gestão dos indicadores? Será este sistema eficaz na determinação dos indicadores de desempenho operacional que possa auxiliar no controlo ambiental da empresa? Será este sistema capaz de estabelecer uma relação eficaz dos objectivos e metas ambientais, com os objectivos e metas da empresa?

1.2. Objectivos

1.2.1. Objectivo geral

O presente trabalho tem como objectivo geral avaliar o desempenho do sistema de gestão ambiental na açucareira da Maragra.

1.2.2. Objectivos específicos

Os objectivos específicos são:

- Analisar os indicadores de desempenho ambiental existentes na empresa;
- Caracterizar as etapas de produção de açúcar e identificar os seus impactos ambientais; e
- Propor medidas de melhoria dos indicadores de desempenho ambiental do sistema de gestão para a indústria em estudo, adequando o SGA aos requisitos da norma ISO 14031.

2. Revisão da literatura

2.1. Caracterização do processo de produção do açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum*) é a matéria-prima principal para a indústria de produção do açúcar. Morfologicamente é constituído por três partes essenciais: sistema radicular, caule e folhas. As raízes são tipicamente fibrosas, o caule é do tipo colmo que é o local onde predomina a sacarose (Mantelatto, 2005 e Silva e Silva, 2012) que é de interesse comercial e as folhas são usadas na avaliação do estado nutricional da planta.

Do processamento industrial da cana-de-açúcar obtém-se vários produtos. Do caldo obtém-se o açúcar, a aguardente, o álcool e outros; do bagaço produz-se papel, ração, adubo, combustível; das folhas fazem-se coberturas e produz-se ração animal. O fluxograma da Figura 1 apresenta as etapas principais do processo, os produtos e os subprodutos da produção do açúcar.

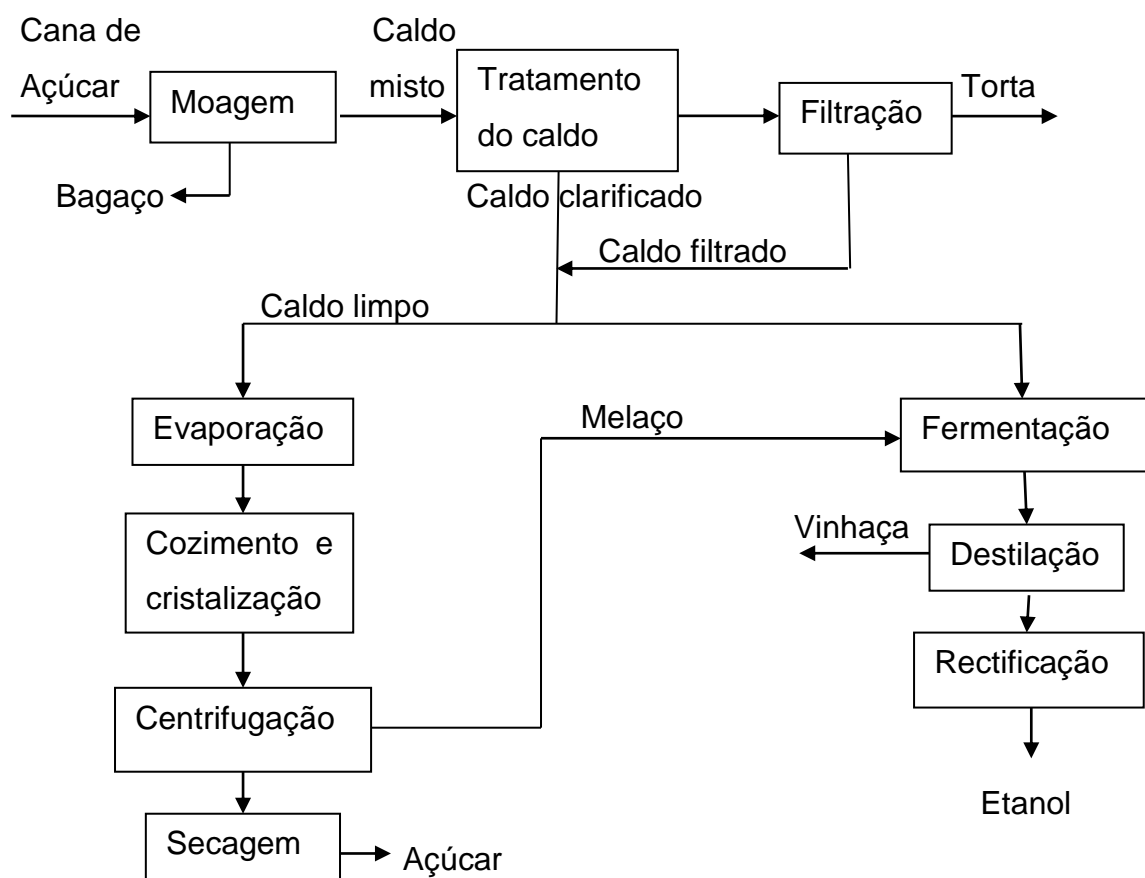


Figura 1: Fluxograma da produção do açúcar, e seus subprodutos (fonte: Vilela, 2013. Avaliação do ciclo de vida da produção industrial de etanol e açúcar, p.22).

Pela Figura 1, pode-se observar que a produção do açúcar envolve etapas que começam na recepção da cana até à obtenção do produto principal (o açúcar) e os subprodutos (bagaço, torta, etanol, vinhaça). Nos subcapítulos que se seguem são apresentados uma breve descrição das etapas envolvidas nesse processo.

2.1.1. Etapas de produção do açúcar

O processo de produção de açúcar inicia-se com a extracção do caldo contido na cana, sua preparação, concentração, evaporação, cozimento, cristalização, centrifugação e a secagem, resultando em diversos tipos de açúcar tais como demerara, mascavo, cristal, refinado, liquido, very high polarization (VHP), entre outros tipos. Este processo envolve etapas físicas e químicas, donde as etapas físicas envolvem a moagem, a filtração, a evaporação, cozimento e cristalização, a centrifugação e a secagem. As etapas químicas envolvem o tratamento do caldo (purificação e concentração do caldo).

A obtenção do caldo inclui as etapas da lavagem da cana, a sua preparação, a sua moagem, a purificação e a concentração do caldo. Depois da obtenção do caldo, este é submetido as etapas da evaporação, sendo este produto designado xarope; este é enviado para o cozimento para a supersaturação tomando consistência de mel, seguindo-se a cristalização para a formação dos cristais, a centrifugação, obtendo-se o açúcar e o melaço (Castro, 2013).

As etapas de produção do açúcar desde a Moagem, o tratamento do caldo, evaporação, o cozimento, a cristalização, a centrifugação, a secagem são descritas a seguir.

Moagem

A cana descarregada na mesa alimentadora e conduzida por uma esteira rolante passa por picadores e desfibradores até as moendas. Geralmente são usados moendas com um conjunto de 3, 6, 9 ou 12 rolos ou cilindros agrupados na unidade da moagem de funcionamento simultâneo, precedidos de 2 ou mais cilindros simultâneos denominados esmagadores, destinados a reduzir a cana em pedaços e exprimi-la. Os cilindros apresentam ranhuras ou frisos, que têm a função de aumentar a superfície útil de contacto com o bagaço.

Estima-se que neste processo são extraídos cerca de 96% do caldo da cana para a produção do açúcar, e bagaço usado como combustível nas caldeiras (Machado, 2012)

Tratamento do caldo

Após a moagem obtêm-se o caldo que precisa de ser tratado. O tratamento do caldo envolve os processos de purificação do caldo e a sua concentração.

Na purificação ou clarificação, o caldo da cana bruto é um líquido viscoso que contém impurezas grossas tais como substâncias dissolvidas, material em suspensão e pH próximo dos 5.3. Para a remoção destas impurezas, o caldo inicialmente peneirado e em seguida tratado com agentes químicos para coagulação de parte de material coloidal como ceras, ácidos gordos, proteínas, gomas, corantes, entre outros. Esta etapa tem, também, o objectivo de precipitar impurezas como silicatos, sulfatos, ácidos orgânicos, cálcio, magnésio, potássio e sódio, e modificar o pH (Machado, 2012). Os agentes químicos mais comum nesta etapa são: o cal, o dióxido de enxofre, o dióxido de carbono, o monóxido de magnésio que pode ser usado para substituir o cal e os auxiliares como os fosfatos na concentração mínima de 150 partes por milhão, a bentonita e os polieletrólitos (Machado, 2012). O efeito da temperatura nestes agentes promove a formação de precipitados que provoca a remoção de impurezas sem afectar o teor da sacarose (Machado, 2012).

Concentração do caldo. Nesta etapa, o caldo clarificado é concentrado em evaporadores que reduzem a concentração da água de 80% para 40% em peso do caldo (Mezaroba et al. 2010), resultando num xarope amarelo e grosseiro. Este xarope, que tem uma concentração que varia entre 60 e 70° Brix, passa para os cozedores através de um distribuidor de vapor.

Na segunda fase da concentração do xarope, este é levado até a supersaturação o qual ganha a consistência de mel e há início da formação de cristais de açúcar que crescem de tamanho e aumentam o volume de massa cozida que depois é descarregado nos cristalizadores. Quando se completa a cristalização a massa cozida é centrifugada, para separar os cristais de açúcar do mel que os envolve.

Os cristais formados são de açúcar demerara, e o xarope obtido é reciclado para os cristalizadores. O mel final ou melaço obtido é aquele que foi reciclado pelo menos duas vezes (Machado, 2012).

Evaporação

Este processo constitui a primeira fase da concentração do caldo tratado, e é feita em evaporadores com múltiplos efeitos correntes. O caldo tratado contém cerca de 80% de água, que é evaporada até que se atinja 40% em água, tornando-se um xarope grosso e amarelo (Mezaroba et al. 2010).

É de extrema importância a boa concentração nesta fase, pois reduz o tempo de cozimento na fase seguinte e perdas de capacidade dos equipamentos (Machado, 2012).

Cozimento e cristalização

O xarope vaporizado passa pelo processo de cozimento à temperatura na faixa de 65-70 °C, feito em cristalizadores no vácuo até atingir o grau de supersaturação com o coeficiente de aproximadamente 1.2 e em seguida a massa é descarregada nos tanques de cristalização. O objectivo principal desta fase é a separação da sacarose das impurezas associadas nas soluções sacarinas, e o mesmo é alcançado na cristalização da sacarose.

Nos cristalizadores ocorre a refrigeração, baixando a temperatura até 55 °C normalmente ou na faixa dos 45-50 °C dependendo das características da massa cozida. Esta fase visa aumentar o tamanho dos cristais e de favorecer a exaustão máxima e possível da sacarose presente no melaço (Machado, 2012).

Centrifugação

Nesta fase do processo, o licor-mãe é esgotado e separado dos cristais obtendo-se o açúcar. Geralmente é realizado pelo sistema de centrifugação, através de turbinas centrífugas divididas em dois grupos principais como as intermitentes e contínuas (Machado, 2012).

Secagem

Este processo ocorre independentemente do tipo de açúcar de modo a reduzir a humidade do açúcar aos níveis de 0.1- 0.2% no interior de um secador. No secador ocorre a circulação de ar quente em contracorrente à movimentação do açúcar dentro do mesmo (Machado, 2012).

2.1.2. Impacto ambiental devido a produção de açúcar

A caracterização dos impactos ambientais no sector de produção de açúcar está dividida em duas partes nomeadamente, os derivados do sector agrícola e os do sector industrial. O sector agrícola refere-se às actividades desenvolvidas na área de cultivo da cana-de-açúcar, já o sector industrial refere-se à fábrica de açúcar. Contudo, no presente trabalho só se fará a abordagem ambiental referente ao sector fabril. Na tabela 1 estão indicados os impactos ambientais causados durante as actividades de todo processo de produção de açúcar, incluindo ainda os provocados pelas actividades administrativas.

Tabela 1: Identificação do impacto ambiental durante as etapas de produção do açúcar e os derivados da actividade administrativa

Etapas do processo	Aspecto considerado	Impacto ambiental	Referência	
Lavagem da cana	Consumo de água	Depleção de recursos naturais	Almeida et al (2014)	
	Geração de efluentes líquidos industriais	Alteração da qualidade do solo		
		Alteração da qualidade da água		
Moagem ou extracção da sacarose	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	Alves e Araújo (2015)	
	Geração de subprodutos (bagaço)	Matéria-prima para produção de energia		
	Emissão de material particulado	Alteração da qualidade do ar		
	Emissão de ruído	Incomodo para os trabalhadores e da		

		vizinhança	
Purificação do caldo	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	Salles et al (2017)
	Uso de produtos químicos	Depleção de recursos naturais	
Evaporação do caldo	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	
	Consumo de vapor	Depleção de recursos naturais	
Cozimento	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	Alves e Araújo (2015)
	Emissão de calor	Incomodo para os trabalhadores	
Cristalização	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	
Secagem	Consumo de energia	Esgotamento de recursos naturais	
Escritório	Uso de água	Depleção de recursos naturais	Salles et al (2017)
	Consumo de energia	Depleção de recursos naturais	
	Geração de efluentes	Alteração da qualidade do solo	
Alteração da qualidade da água			

Da Tabela 1, pode-se verificar que, em geral, a maior parte das etapas de produção do açúcar provocam o impacto ambiental de depleção de recursos naturais pelo uso excessivo de energia e da água.

2.2. Sistema de gestão ambiental

O sistema de gestão ambiental (SGA) é uma ferramenta eficiente que as empresas utilizam para atingir um bom desempenho na gestão ambiental. A implementação deste sistema impõe e evidencia a necessidade de se realizar a avaliação do desempenho ambiental pelas empresas (Oliveira et al. 2005) que buscam no seu desempenho um factor de diferença no mercado; este facto obriga as empresas a adoptar requisitos internos rigorosos que em alguns casos, são mais restritivos que os legalmente impostos. Atitude que é consistente com as exigências actuais de mercado, especialmente às das empresas exportadoras.

A literatura apresenta várias definições sobre um sistema de gestão ambiental (SGA). Segundo Godoy et al. (1997), o SGA fornece a ordem e a consistência necessária para uma organização trabalhar suas preocupações ambientais, através da alocação de recursos, atribuição de responsabilidade, e avaliação contínua de suas práticas, procedimentos e processos. Entretanto Menezes apud Seiffert (2011) afirma que a gestão ambiental consiste no processo de adaptação e contínuo, através do qual as organizações definem, e redefinem seus objectivos e metas relacionados à protecção do ambiente, à saúde de seus trabalhadores, bem como clientes e comunidade, além de seleccionar estratégias e meios para atingir estes objectivos num tempo determinado através da constante avaliação da sua interacção com o meio ambiente externo. Contudo, Figueiredo (1996) define um sistema gestão ambiental como um processo que está voltado para o contexto do homem no seu habitat. Neste contexto, pode-se considerar que o SGA é uma actividade integrada que permite ter um desempenho ambiental dentro dos padrões estabelecidos pela legislação conjunta tanto do meio ambiente como do ambiente de trabalho laboral que deve, em geral, atender aos princípios internos e externos ao processo.

O principio interno ao processo obriga a:

- Treinar trabalhadores para assegurar uma perfeita engrenagem dentro do processo produtivo;
- Observar continua vigilância dos sistemas de gestão ambiental e saúde e segurança ocupacional para permitir o trabalho em condições seguras;

- Manter de um ambiente limpo e seguro para garantir a saúde dos trabalhadores.

Enquanto que o princípio externo ao processo obriga:

- Tratar os efluentes de modo a garantir a qualidade dos recursos naturais (água, ar e solo);
- Informar a população vizinha e aos trabalhadores, em geral sobre o nível de risco da actividade desenvolvida;
- Minimizar os impactos ambientais significativos no processo, de modo a permitir o desenvolvimento das actividades que visam eliminar ou minimizar os efluentes industriais

No entanto, Godoy et al. (1997) afirma que o objectivo do SGA é assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa e inclui cinco estágios principais (Tabela 2).

Tabela 2: Estágios do sistema de gestão ambiental para assegurarem a melhoria contínua do desempenho ambiental de uma empresa

Estágios do sistema de gestão ambiental	Objectivo de melhoria do desempenho ambiental
1ª etapa	Comprometimento e definição da política ambiental
2ª etapa	Elaboração do plano. <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos ambientais e impactos ambientais associados. • Requisitos legais e corporativos. • Objectivos e metas. • Plano de acção e programa de gestão ambiental.
3ª etapa	Implantação e Operacionalização <ul style="list-style-type: none"> • Alocação de recursos. • Estrutura e responsabilidade. • Conscientização e treinamento. • Comunicações. • Documentação do sistema de gestão. • Controle operacional- programas de gestão específicos. • Respostas às emergências.
4ª etapa	Avaliação Periódica

	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento. • Acções correctivas e preventivas • Registos. • Auditorias do sistema de gestão
5ª etapa	Revisão do SGA

(Fonte Godoy et al.1997)

2.2.1. Etapas da implementação de um sistema de gestão ambiental

A implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) proporciona as organizações o cumprimento da legislação prevenindo desta forma a degradação do ambiente, e conseqüentemente, trazendo vantagens para a organização como um todo. No entanto, a implementação desse sistema é executada em diferentes etapas nomeadamente, definição da equipe e o coordenador a gerir o projecto, auto-avaliação da organização, definição da política ambiental, elaboração do plano de acção, elaboração do manual de gestão ambiental, elaboração de instruções de operação, revisão e análise e plano de acção de melhoria (Pinto, 2005). Essas etapas são descritas na tabela 3.

Tabela 3: Etapas da implementação do sistema de gestão ambiental

Etapas	Acções recomendadas
Definir a equipe e o coordenador a gerir o projecto	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um representante da alta administração (gestão do topo) para liderar os trabalhos; • Iniciar o treinamento interno de pessoal para gestão ambiental; • Estabelecer meios para a documentação do SGA.
Fazer auto-avaliação da organização	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer uma avaliação ambiental inicial; • Examinar a existência de um SGA, ou procedimentos correlatos como a segurança e saúde dos trabalhadores, prevenção de riscos • Fazer uma avaliação de conformidade de toda a legislação ambiental pertinente; • Levantar exigências ambientais de clientes.
Definir a política ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Redigir a política ambiental da organização;

	<ul style="list-style-type: none"> • Redigir a documentação básica do SGA.
Elaborar o plano de acção	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer um plano de implementação, por escrito, considerando: o que, onde, quando, como, responsável, recursos humanos e financeiros necessários.
Elaborar um manual de gestão ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar e incorporar procedimentos (manuais) isolados existentes, como por exemplo saúde e segurança dos trabalhadores; • Definir o fluxode encaminhamento do manual; • Testar a eficiência do fluxo, inclusive o acesso; • Estabelecer prazos e formas de revisão; • Submeter à aprovação da comissão coordenadora.
Elaborar instruções operativas	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer plano de emergência para áreas de risco; • Elaborar instruções para processos operativos.
Revisão e análise	<ul style="list-style-type: none"> • Auditoria interna; • Auditoria externa.
Plano de acção de melhoria	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer a avaliação dos pontos fortes e fracos; • Fazer avaliação ou reavaliação de desempenho ambiental; • Preparar plano e/ou procedimentos específicos para a melhoria continua.

(Fonte: Pinto, 2005)

2.2.2. Importância do sistema de gestão ambiental para as organizações

A implementação do sistema de gestão ambiental (SGA) nas organizações é vantajoso, pois previne os impactos ambientais / gestão dos aspectos ambientais, melhora a imagem da organização e a gestão ambiental, e garante o cumprimento da legislação. Estas vantagens podem ser vistas em três vertentes nomeadamente, económico, social e ambiental (Barbieri, 2008).

Sob o ponto de vista de económico, a implementação do SGA nas empresas, trás benefícios no que concerne à sua diferenciação, desde a imagem da organização que passa a ser considerada uma empresa “verde”. Empresa verde é aquela que têm atitudes de uso de recursos voltadas a preservação do meio Ambiente. Com este ganho, a empresa passa a ter acesso a novos mercados, bem como redução de multas resultantes de acidentes ambientais, o que gera uma redução considerável nos custos de remediação. Adicionalmente a empresa adopta políticas de desenvolvimento sustentável onde há incentivo para o uso racional de energia e de recursos naturais, redução de desperdícios de água, além de possíveis contaminações de lençóis freáticos (Beber, 2011).

Quanto ao aspecto ambiental, a implantação do SGA numa empresa tem como principal objectivo, minimizar e/ou eliminar os impactos ambientais que vem dos processos de produção. A empresa passa a incentivar a reciclagem, buscar matérias-primas e processos produtivos que causam menos impacto, passando a racionalizar o uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis, ou seja, a empresa passa a ter o desenvolvimento dos seus processos de forma mais limpa, assim como, produtos menos nocivos ao meio ambiente. Com isso, o conjunto das acções empreendidas pelas empresas durante a implantação do SGA trazem melhorias em todo o meio ambiente (Berquó, 2012).

A última vertente é a análise do SGA voltada para o aspecto social das organizações. Neste caso, a empresa dependendo do ramo empresarial, obtém melhoria das condições de trabalho devido a implantação do SGA. A título de exemplo, a empresa iria melhorar de odores desagradáveis mediante o tratamento de seus efluentes, diminuiria os materiais particulados, além de beneficiar na melhoria da qualidade do ar circunvizinho (Beber, 2011).

A tabela 4 apresenta os benefícios da implementação do sistema de gestão ambiental a nível económico, ambiental e social.

Tabela 4: Benefícios da implementação do sistema de gestão ambiental

Indicadores	Tipo de benefício quando implementado um sistema de gestão ambiental	Referência
Custos produtivos	Permite uma gestão pró-activo que passa a identificar oportunidades de produção mais limpa, buscando a redução dos custos e, conseqüentemente, a saúde financeira da empresa	Dias, 2012
Imagem da organização	Promove a conformidade com a legislação, à minimização dos impactos negativos ao ambiente, isso resulta na melhoria da imagem da organização junto a sociedade	Lima; Lira, 2007 Calado, 2007
Atendimento a legislação	Reduz custos inerentes ao cumprimento da legislação, devido ao facto da empresa adequar-se antes de receber multas, e também tem um tempo para adequação maior	Paes; Almeida 2009
Consciencialização dos colaboradores	Promove a definição de funções, responsabilidades e autoridades, levando a um aumento da consciencialização e motivação dos colaboradores para estas questões ambientais	Calado, 2007
Benefícios intangíveis	Melhora a gerência, padronização dos processos, rastreabilidade de informações técnicas etc	Guimarães, 2006

(Fonte: Alves et al, 2013)

2.2.3. Sistema de gestão ambiental implementado na Maragra

Nos últimos anos, a Maragra SA tem vindo a implementar um sistema integrado de gestão ambiental, visando melhorar o seu desempenho ambiental. Este sistema engloba as normas descritas na Tabela 5 que se segue:

Tabela 5: Normas aplicadas no âmbito do sistema integrado da Maragra

Norma	Definição da norma	Situação na Maragra
ISO 22000	Gestão de segurança dos alimentos	Aplicado
ISO 9001	Qualidade dos produtos	
ISO 45000	Norma para a saúde e segurança no trabalho;	
ISO 26000	Responsabilidade social empresarial	
ISO 14000	Sistema de gestão ambiental	
OSHAS 18001	Orientação de formação de um sistema de gestão e certificação da saúde e segurança ocupacionais	

No âmbito de aplicação desse sistema de gestão ambiental na Maragra, foram considerados como aspectos relevantes os apresentados abaixo, por causar impactos significativos ao meio ambiente:

- Gestão de resíduos sólidos;
- Avaliação de risco de higiene, saúde e segurança no trabalho;
- Monitoramento da qualidade da água;
- Formação e sensibilização relativas à higiene, saúde, segurança e ambiente.

Além dos aspectos anteriormente apontados, a Maragra implementa ainda outras práticas de gestão ambiental que permitem o controlo e o respectivo registo como:

- Geração e consumo de energia e respectivas emissões de gases de efeito de estufa;
- Consumo de água e produção de efluentes;
- Consumo de materiais e substâncias não perigosas;
- Consumo de substâncias perigosas.

Estas práticas permitem o controlo e registo de dados de desempenho ambiental que são compilados anualmente para a elaboração dos respectivos relatórios de sustentabilidade da empresa.

2.3. Desempenho ambiental

A avaliação do desempenho ambiental é um processo, e em simultâneo uma ferramenta de gestão interna, planificada para fornecer a gestão com informações confiáveis e verificáveis, continuamente, visando determinar se o desempenho ambiental de uma organização é adequado aos critérios estabelecidos pela administração da organização. A norma é aplicável a todas as organizações, independentemente do tipo, tamanho, localização e complexidade. Segundo a *International Standard* (2013) a avaliação de desempenho ambiental segue o modelo de gestão planificar, fazer, verificar e agir (PDCA) descrito na Figura 2 abaixo :

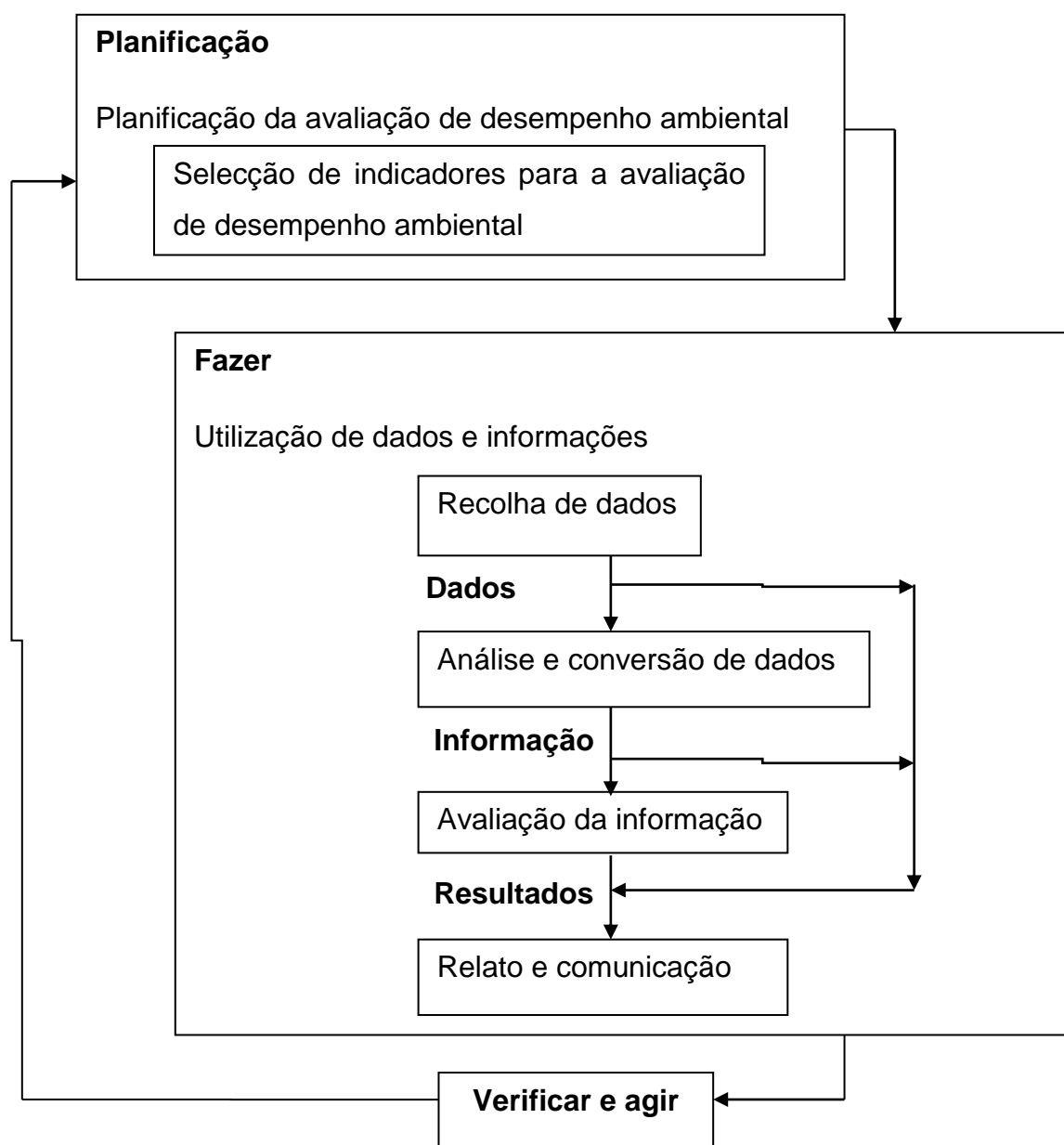


Figura 2: Modelo planear, fazer, verificar e agir da avaliação de desempenho ambiental

2.3.1. Indicadores de desempenho ambiental

Uma empresa que se pretende manter competitivo no mercado é indispensável que esta empresa controle as suas actividades operacionais, incentive os seus funcionários, identifique os problemas que necessitam de intervenções de gestores ambientais nas áreas do desempenho operacional, gerencial da empresa, na condição ambiental do efluente descarregado, bem como obtenção de respostas sobre do que esta sendo feito para orientar a planificação, execução e controle dessas componentes nas áreas, enfim, verificando se a sua missão de desenvolver a sua actividade dentro de padrões está sendo cumprida. Tudo isso pode ser feito por meio de uma avaliação de resultados e desempenhos (Callado & Callado, 2007).

Os indicadores de desempenho são elementos fundamentais para a mensuração de “performance” de uma empresa assim como para a definição das variáveis que melhor representem o seu desempenho geral. Estabelecer e monitorar indicadores é essencial para conhecer, controlar e melhorar os processos produtivos. Entretanto Campos e Melo apud Gasparini (2008), os indicadores de desempenho ambiental visam demonstrar as práticas organizacionais com vista a minimizar os impactos ao meio ambiente decorrentes de suas actividades. Estes indicadores referem-se ao uso de recursos naturais demonstrados em valores absolutos de quantidade ou consumo, considerando incitativas de gestão ambiental, impactos significativos no respectivo sector e acções de minimização de impactos.

Os indicadores de desempenho ambiental (IDA), são divididos em dois grupos principais tais como indicador de desempenho operacional (IDO) e indicador de desempenho gerencial (IDG) (Lalande, 2012) descritos a seguir.

2.3.2. Indicador de desempenho operacional

O indicador de desempenho operacional (IDO) fornece informações sobre as operações do processo produtivo que interferem no desempenho ambiental. A frequência de medição dos IDO deve ser estabelecida de modo a representar as informações e possibilitar uma análise crítica pela organização. Pode ser diária, semanal, mensal, anual ou qualquer outra periodicidade (Lalande, 2012). No presente trabalho a medição dos IDO foi semanal.

Foram analisados indicadores tais como consumo de água, consumo de energia e quantidade de resíduos enviados para o aterro.

Em seguida, descrever-se-ão de forma reduzida os indicadores de desempenho operacional.

-Consumo de água. Para o consumo de água foi determinado como a diferença da água que entra no processo e a que sai do processo da fábrica da Maragra dividida pela produção total do açúcar no mesmo período. A unidade deste indicador foi considerada L/kg. O consumo da água é expresso pela seguinte fórmula:

$$IDO_{CA} = \frac{V_{in} - V_{out}}{P_{total}} \quad (1)$$

-Consumo de energia. Este indicador é expresso em megawatt-hora (MWh) por tonelada produzida, o que é equivalente a kilowatt-hora por kg (KWh/kg) produzido (MWh/t ou kWh/kg).

O seu cálculo baseia-se na diferença entre a quantidade de energia de recursos renováveis (E_{RR}) e a quantidade de energia consumida não renovável (E_{RNR}) na fábrica dividida pela produção total de açúcar (P_{total}) no igual período. A seguinte fórmula permite determinar o consumo de energia:

$$IDO_{CE} = \frac{E_{RR} - E_{RNR}}{P_{total}} \quad (2)$$

Como durante o período em estudo não se importou energia da EDM, logo a quantidade de energia não renovável é nula ($E_{RNR} = 0$) logo a fórmula se transforma em:

$$IDO_{CE} = \frac{E_{RR}}{P_{total}} \quad (3)$$

-Quantidade de resíduos enviados ao aterro. O cálculo deste indicador baseou na quantidade expressa em kg de resíduos enviados ao aterro por kg de açúcar produzido no igual período. A fórmula matemática é dada pela equação 4:

$$IDO_{REA} = \frac{m_{total} - m_{reciclada}}{P_{total}} \quad (4)$$

2.3.3. Indicadores de desempenho gerencial

A gerência com indicadores é uma ferramenta simples e de elevada eficácia para ganhar produtividade (FILHO, 2011). Os indicadores de desempenho gerencial (IDG) fornecem informações sobre a capacidade e esforços da organização em gerenciar assuntos que possam ter influência no desempenho ambiental da organização. No presente trabalho foram avaliados os IDG tais como número de trabalhadores formados em função dos que necessitam de treinamento e número de auditorias planificadas em função das concluídas.

-Número de trabalhadores treinados em função dos que necessitam de treinamento. Este indicador de desempenho gerencial mostra até que ponto a empresa está preparada para responder a casos de incidentes que possam advir da realização das actividades para fins de produção na Maragra.

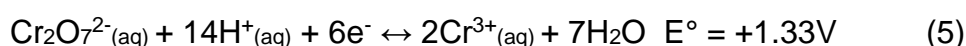
-Número de auditorias planificadas em função de auditorias concluídas. Este indicador de desempenho gerencial demonstra como as organizações se preocupam com acções correctivas. Este indicador ajuda a gerir oportunidades e ameaças através de auditorias externas e as fraquezas e as forças através de auditorias internas.

2.3.4. Avaliação da condição ambiental

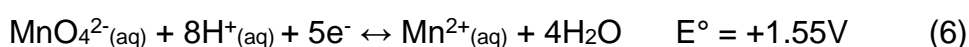
A avaliação da condição ambiental (ACA) é monitorada através da quantificação dos parâmetros físico-químicos nomeadamente pH, demanda química de oxigénio (DQO) e aumento da temperatura. Em seguida far-se-á uma breve descrição dos parâmetros referidos.

-Acidez ou alcalinidade. O pH é uma medida da acidez ou alcalinidade da água em solução. A acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa é determinado pelo número relativo de íons de hidrogénio (H^+) ou iões hidroxilo (OH^-) presente. Soluções ácidas têm um número relativo maior de íons de hidrogénio, enquanto as soluções alcalinas (também chamadas de base) têm um maior número relativo de íons hidroxilo (Emerson Process Management, 2010). Toda a escala de valores de pH em soluções aquosas inclui tanto o ácido e alcalino. Os valores podem variar de 0 a 14, onde os valores de pH de 0 a 7 são denominados ácidos e valores de pH de 7 a 14 são denominados alcalino. O valor de pH de 7 é neutro (Mettler-Toledo, 2013).

-Demanda química do oxigénio. A carência química de oxigénio (CQO) é definida como sendo a quantidade total de oxigénio necessário para oxidar toda a matéria orgânica, isto é, toda a matéria orgânica inerte e a biologicamente disponível, e transformá-la em dióxido de carbono, água, e matéria inorgânica oxidável. A oxidação é realizada através de agentes oxidantes (dicromato de potássio, permanganato de potássio). As equações químicas que traduzem as reacções são dadas por:



e



O consumo de químicos fornece uma medida indirecta do teor de matéria orgânica, e da respectiva quantidade de oxigénio necessário.

-Temperatura. A temperatura da água directamente e indirectamente influencia muitos componentes abióticos e bióticos de ecossistema aquático.

É o factor ambiental básico que afecta a reacção química e biológica na água. Todas as actividades metabólicas e fisiológicas dos processos de vida são grandemente influenciadas pela temperatura da água. Para o presente trabalho o aumento da temperatura do rio Incomati influenciada pelas descargas da Maragra é determinada pela seguinte fórmula:

$$\Delta T = T_{\text{efluente}} - T_{\text{rio incomati}} \quad (7)$$

2.3.5. Indicador de atendimento à legislação

Este indicador é representado por %C e refere-se à publicitação da conformidade dos parâmetros ambientais com legislação no mercado e à redução de multas pelos auditores ambientais e outros (Kegode, 2015). É representado na forma percentual e corresponde aos atendimentos em uma planta numa base mensal e anual. No presente trabalho será calculado num período trimestral com a seguinte fórmula:

$$\%C = [(T_s - E) / T_s] \times 100 \quad (8)$$

2.3.6. Consumo de energia na indústria açucareira

O consumo de energia numa indústria açucareira deve estar de acordo com a meta estabelecida pela Corporação Financeira Internacional (International Finance corporation, 2007), que fixa o valor em 819MJ/Kg do açúcar na fábrica.

2.4. Padrão de Qualidade Ambiental e de Emissões de Efluentes para Indústria Açucareira

De acordo com o regulamento sobre os padrões de qualidade ambiental e de emissões de efluentes para Indústria Açucareira (Decreto nº 18/2004), as directrizes de ambiente, saúde e segurança do IFC/Banco Mundial (1998) para o processamento de alimentos e bebidas e as directrizes de ambiente, saúde e segurança para a indústria açucareira, sendo os valores limites dos parâmetros dos efluentes que devem ser observados apresentados na Tabela 6:

Tabela 6: padrões de qualidade ambiental e emissão de efluentes na indústria de açúcar

PARÂMETRO	VALOR
pH	6 – 9
DBO ₅	50 mg/l
DQO	250 mg/l
SST	50 mg/l
Óleos e gorduras	10mg/l
Azoto (NH ₄)	10 mg/l
Fósforo	2 mg/l
Aumento de temperatura	<=3°C

3. Caracterização da área de estudo

3.1. Localização da área de estudo

A fábrica de açúcar da Maragra, e as áreas de cultivo a ela associadas, situam-se no vale do rio Incomáti, ao longo da Estrada Nacional nº1, km 75, localidade de Maciana, distrito da Manhiça, província de Maputo; a fábrica é vocacionada ao cultivo de cana sacarina, produção e armazenamento de açúcar (Figura 3).



Figura 3: Localização da fábrica da Maragra

(Fonte: Process Moçambique, 2013)

A produção do açúcar é feita de forma sazonal, durante as campanhas anuais, sendo este alimentado por cana já na sua fase óptima de maturação. O funcionamento da açucareira da Maragra durante a campanha é contínuo com uma capacidade de produção anual de cerca de 80000 toneladas de açúcar para uma quantidade de cana de 1600000 ton. A duração da campanha é aproximadamente de 7 meses, tendo o seu início em Maio.

Fora da campanha, a fábrica faz a revisão e a manutenção do equipamento e prepara-se para a campanha seguinte. O processo de produção de açúcar é apresentado na Figura 4:

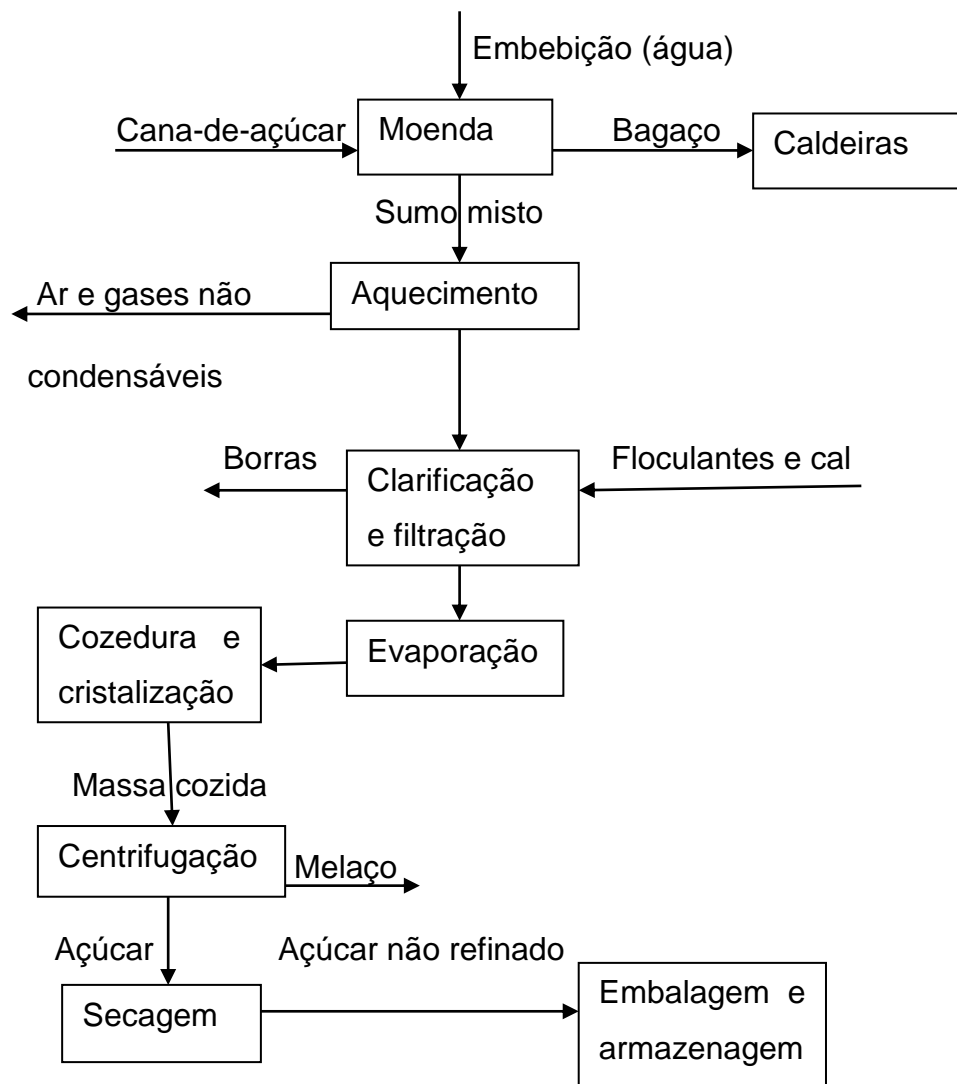


Figura 4: Fluxograma de produção de açúcar na Maragra

O processo de produção inicia-se pelo transporte de cerca de 15 toneladas de cana-de-açúcar através de um camião que é pesado numa báscula antes da descarga em mesas de separação. A cana é depois transportada em tapetes de aço, cortada em pedaços mais pequenos e esmagada antes de passar por um conjunto de seis moinhos onde é espremida para extracção do sumo; em seguida, o resíduo do processo anterior o bagaço é utilizado nas caldeiras como combustível para a produção de vapor e electricidade; o sumo extraído da cana-de-açúcar é bombeado até aquecedores apropriados onde é pré-aquecido (à 55°C), adicionado de 500 a

800g de cal por tonelada, para a correcção do pH (na faixa dos 7 a 7.5) e clarificação, e este bombeado para evaporadores. Nos evaporadores o sumo é fervido até a temperatura de ebulição que varia entre os 90 a 105°C para a extracção da água e concentrado até 92°Brix; o sumo concentrado nos evaporadores é bombeado para painéis de vácuo e fervido à temperatura de 70°C, até à formação de uma massa cristalizada, a qual é depois centrifugada até à separação dos cristais de açúcar do melaço; desta etapa obtém-se cerca de 7 litros de melaço/ tonelada da cana que são bombeados para tanques de armazenamento para ser vendido no mercado nacional e internacional; também é obtido o açúcar que é seco a temperaturas de 52 a 60°C e arrefecido até 35 a 42°C, embalado para distribuição nos mercados interno e externo.

3.2. Clima

O clima característico da região de Maciana é o tropical húmido no litoral e o tropical seco em direcção ao interior. Predominam duas estações, nomeadamente, a estação quente e chuvosa de Outubro a Abril, e a fresca e seca de Abril a Setembro (MAE, 2005).

A precipitação média anual é de 966 mm, sendo as máximas atingidas entre os meses de Dezembro a Março. A temperatura média anual é de 22 °C, sendo a máxima em Janeiro (31,7°C) e a mínima em Julho (10,8 °C). A evaporação média anual é de 1702 mm, com máxima em Janeiro (199 mm) e mínima em Junho (77 mm). A humidade relativa média do ar é de 73 %, variando entre 76% em Março e 69% em Setembro (Impacto Lda, 2008).

4. Metodologia

Para a realização do presente trabalho foi elaborado um cronograma de actividades, para um período de 4 meses que consistiu nas seguintes etapas:

- a) Pesquisa bibliográfica sobre os assuntos relacionados com a produção de açúcar e o seu impacto sobre o meio ambiente, sistema de gestão ambiental, desempenho ambiental entre outros documentos relacionados. Esta pesquisa foi feita através de consulta em artigos científicos obtidos dos Websites: manuais, normas de gestão ambiental, normas de avaliação de desempenho ambiental e monografias; bem como documentos consultados na empresa: normas implementados no âmbito do sistema, relatórios de auditorias, plano de gestão ambiental, relatório de estudo do impacto ambiental, entre outros documentos considerados importantes.
- b) Levantamento dos documentos consultados na empresa e análise de informações, relacionados com as auditorias e desempenho ambiental na açucareira da Maragra;
- c) Verificar a eficácia da implementação dos indicadores de desempenho ambiental no sector de produção de açúcar;
- d) Acompanhamento de todo processo de produção de açúcar, desde a recepção da cana até a embalagem do açúcar para a exportação;
- e) Foram recolhidos, dados semanais dos parâmetros físico-químicos dos efluentes líquidos (pH, DQO e aumento da temperatura), no laboratório da empresa e dados de consumo de água, energia e resíduos enviados no aterro, estes também recolhidos no laboratório da empresa. Também foram recolhidos os dados do número de trabalhadores, que participaram em formação e auditorias planificadas, no departamento de treinamento da empresa (informação registada na base de dados do departamento de treinamento);
- f) Tratamento de dados recolhidos na alínea anterior (e) através do levantamento na base de dados. Após esta etapa, os resultados foram interpretados, analisados, discutidos e elaboração do relatório final.

5. Resultados e Discussão

Neste capítulo são analisados as normas implementadas no âmbito do sistema integrado da Maragra e o comportamento dos indicadores de desempenho operacional (consumo de água, consumo de energia e resíduos enviados para o aterro) e indicadores de desempenho gerencial (número de auditorias planejadas em função do número de auditorias concluídas e número de trabalhadores que participaram em programas ambientais) obtidos na Maragra açúcar.

Na análise das normas implementadas (ISO 22000, ISO 9001, ISO 45000, ISO 26000, ISO 14000 e OSHAS 18001), o enfoque foi para a norma ISO 14000, visto que se refere ao sistema de gestão ambiental. Esta norma (ISO 14000) possui aspectos relevantes que possam causar danos ao meio ambiente tais como: gestão de resíduos sólidos, monitoramento da qualidade da água e consumo de água e produção de efluentes. O controle e registro de dados de desempenho ambiental são uma prioridade, visto que a Maragra elabora os respectivos relatórios de sustentabilidade. Na família da norma ISO 14000, destaca-se a ISO 14031 que para além dos aspectos controlados pela ISO 14000 abrange todos aspectos tratados pelas demais na Maragra no âmbito do seu sistema integrado.

A análise dos indicadores baseou-se em metas estabelecidos pela ARA-sul (indicador do consumo de água) e pela Corporação Financeira Internacional (IFC) (indicador do consumo de energia) (international finance corporation, 1998). A avaliação da condição ambiental (pH no efluente líquido descarregado, concentração de DQO no efluente e aumento da temperatura) das amostras do efluente líquido recolhido para a análise é baseada em padrões estabelecidos pelo Regulamento sobre os Padrões de Qualidade Ambiental e de Emissões de Efluentes para Indústria Açucareira (Decreto nº 18/2004, bem como as Directrizes de Ambiente, Saúde e Segurança do IFC/Banco Mundial (1998) para o Processamento de Alimentos e Bebidas e as Directrizes de Ambiente, Saúde e Segurança para a Indústria Açucareira.

5.1. Resultados dos indicadores de desempenho operacional

Os resultados do consumo de água para actividades como lavagem da cana, arrefecimento de caldeiras e uso no laboratório, são apresentados na Figura 5. Esta figura mostra a quantidade de água consumida durante a produção do açúcar, expressa em l/kg, em função do tempo em semanas.

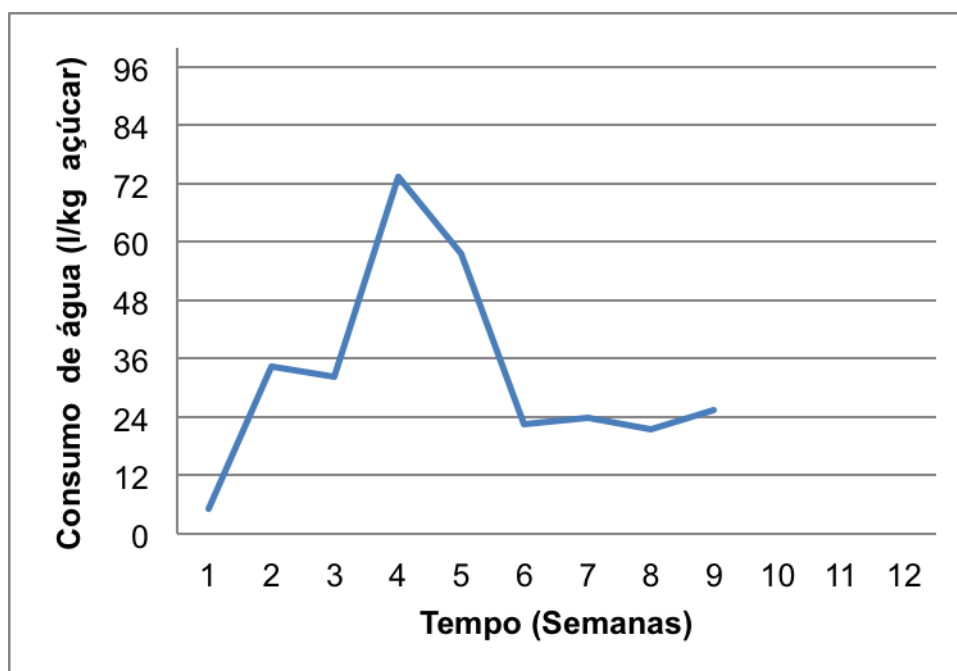


Figura 5: Consumo da água por quantidade de açúcar produzido

A ARA sul estabeleceu um volume fixo na ordem dos 112,457,090,000 l/semana que a Maragra deve retirar do rio Incomati para actividades de rega da cana-de-açúcar e uso nos processos da fábrica. Do volume estabelecido pela ARA sul, cerca de 44,982,840,000 l/semana são usados na fábrica para produção da cana e 67,474,250,000 l/semana na agricultura para a rega da cana. Este valor foi atribuído em função da área de plantação da cana de cerca de 6,728 hectares. Pela análise dos resultados da figura 4, pode-se observar que o consumo de água na fábrica foi baixo nas primeiras duas semanas que pode ser devido à paralização da fábrica para actividades de manutenção de algumas avarias nas máquinas e são paragens programadas. Na quarta semana o consumo de água foi de 73 l/Kg de açúcar, sendo este valor considerado elevado. O elevado valor no consumo de água pode ser, provavelmente, justificado pelo desgaste verificado na conduta de distribuição da água que resultou numa maior perda de água próximo dos 24000 l.

No entanto, o problema observado durante o período preventivo (manutenção) foi resolvido e em simultâneo foram adoptadas medidas como o reuso da água para arrefecimento das caldeiras, com vista a reduzir o elevado consumo deste indicador. Pode-se observar, ainda, da Figura 5, que este indicador tende a reduzir significativamente, a partir da quarta semana atingindo um valor de 24 l/Kg na sexta semana, e desta em diante o valor do consumo da água mantém-se constante.

Os resultados do consumo de energia são apresentados na Figura 6. Esta figura mostra a quantidade de energia consumida durante a produção do açúcar, expressa em MJ/kg, em função do tempo

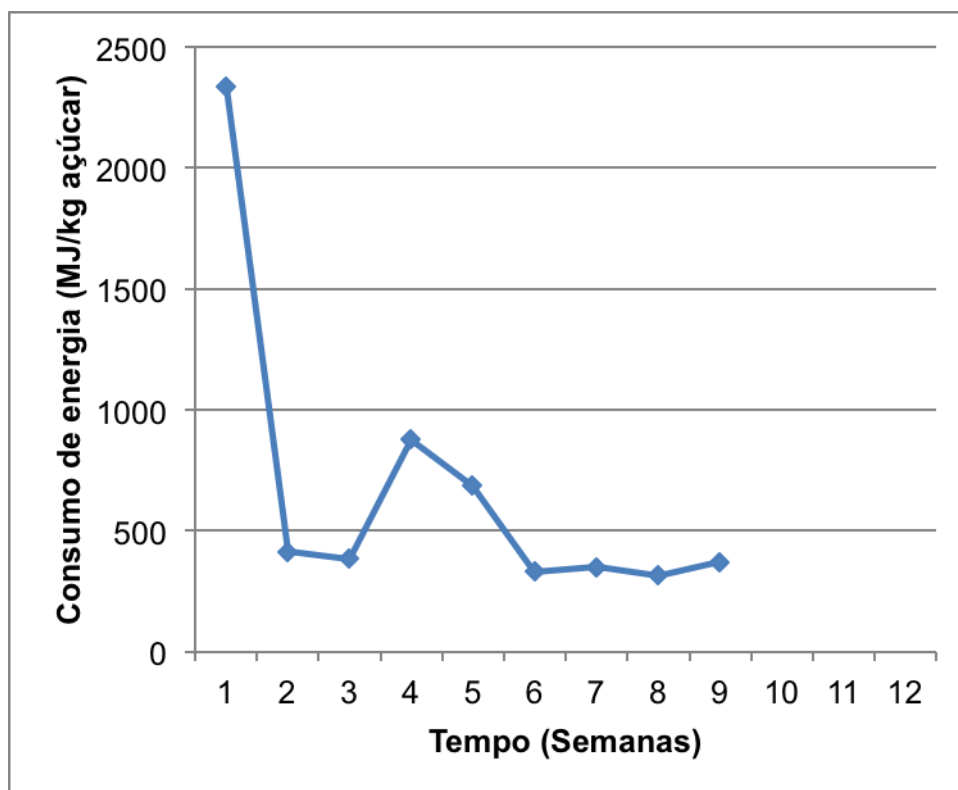


Figura 6: Consumo de energia por quantidade de açúcar produzido

De acordo com a Corporação Finaceira Internacional, o consumo de energia no processo de produção de açúcar deve ser da ordem dos 819 MJ/kg de açúcar produzido num determinado periodo de estudo (neste trabalho considerado semanal).

Pela análise dos resultados da figura verifica-se um maior consumo de energia na primeira semana, pois a energia utilizada na fábrica era fornecida pela Electricidade de Moçambique (EDM); o bagaço de cana resíduo obtido da produção do açúcar não estava disponível, por estar molhado, para ser utilizado como fonte de energia. Na mesma semana a produção não foi interrompida. A partir da segunda semana, o consumo de energia reduziu significativamente devido a utilização do bagaço como energia, substituindo parte da energia da EDM, para alimentar as caldeiras o que reduziu o consumo semanal desse indicador, de 2400 MJ/kg para 400 MJ/kg.

Os resultados de resíduos produzidos durante o processo de produção do açúcar são apresentados na Figura 7. Os resíduos produzidos durante o processo de produção de açúcar na Maragra são classificados como perigosos e não perigosos de acordo com o regulamento sobre a gestão de resíduos (Decreto n.º 12/2006 de 15 de junho). Destes resíduos, uma parte dos resíduos não perigosos é reciclada e a outra parte, bem como os resíduos perigosos enviados ao aterro. A figura mostra a quantidade de resíduos (resíduos não perigosos) enviados ao aterro, expressa em kg/kg de açúcar, em função do tempo expressa em semanas.

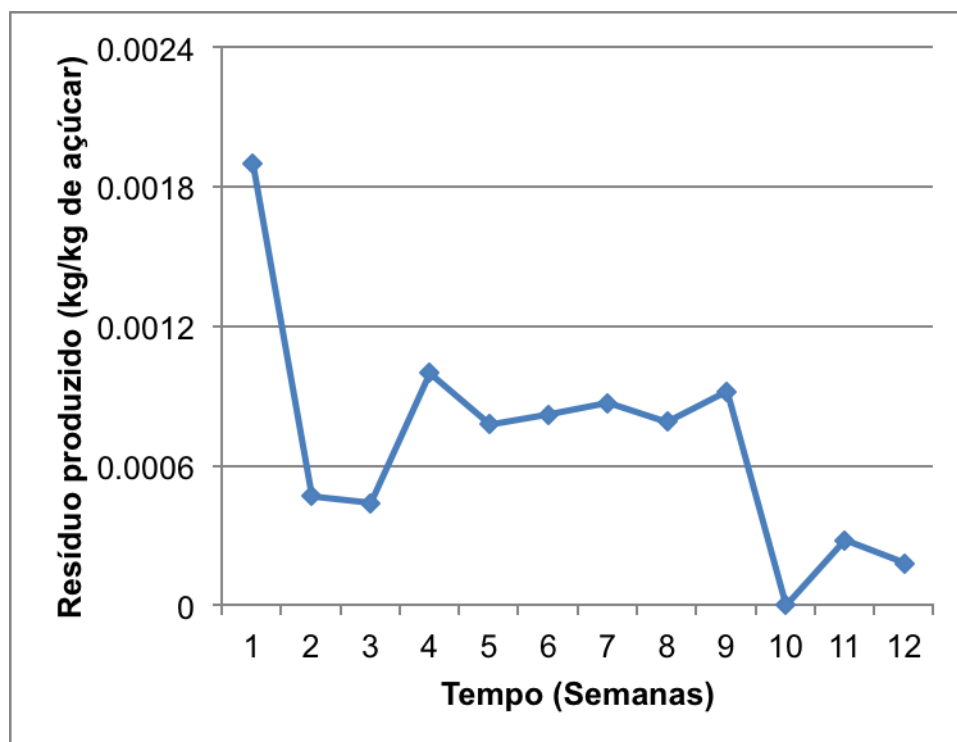


Figura 7: Resíduos enviados para o aterro por quantidade de açúcar produzido

Na primeira semana de estudo, a Maragra produziu cerca de 7560.82 kg de resíduos, dos quais 225.31 kg aproximadamente a 2.98% foram reciclados, 1.51 kg correspondentes a 0.02% incinerados e 7334 cerca de 97% enviados ao aterro. Da quantidade de resíduos enviados ao aterro (7334 kg) e a produção do açúcar no igual período (primeira semana) de 3680000 kg resultou num indicador de 0.0019 kg/kg. Para a quantidade de resíduos enviados ao aterro por kg açúcar não existe uma meta padrão, tendo no presente estudo sido considerado uma redução de 50% (0.00095 kg/kg) do valor inicial como meta a ser alcançada.

O valor de resíduos enviados ao aterro (7334 kg) na primeira semana justificou-se pelo facto da Maragra não possuir um plano de separação de resíduos nos pontos de deposição. Com o objectivo de reduzir o indicador de resíduos enviados ao aterro em função do açúcar produzido num período semanal de 0.0019 kg/kg para 0.00095 kg/kg, foi implementado um plano de separação de resíduos na fonte que consistiu na codificação dos contentores em cores e sensibilização dos trabalhadores. A codificação consistia em: contentor verde para trapos; contentor preto para lixo orgânico; contentor vermelho para garrafas, latas e plásticos e azul para papel. Após a codificação de contentores foram adoptadas medidas de integração do papel juntamente com o bagaço e lixo orgânico integrado nos campos de plantação da cana. Na segunda semana foi produzido cerca de 1545 kg de resíduos, dos quais foi possível obter 19 kg de papel para a inceneração correspondentes a 1.23%, elevando o valor da primeira semana (0.02%) e reciclados 4.35% de resíduos. Com esta medida dos 1545 kg de resíduos produzidos enviados ao aterro 1458.88 kg e com a produção de açúcar na ordem dos 3104000 kg o indicador foi de 0.00047 kg/kg. Este valor mantém abaixo da meta dos 50% (0.00095 kg/kg) durante todo o período de estudo.

5.2. Indicador de desempenho gerencial

Os resultados de número de auditorias planificadas, em função de auditorias concluídas são apresentados na Tabela 7. Os indicadores auditados foram as condições inseguras encontradas na realização do presente trabalho como as condições climáticas, saúde, segurança, higiene entre outras situações implementadas na Maragra, no âmbito das normas do sistema de gestão integrado de gestão. Os auditores internacionais foram os técnicos do grupo illovo e os internos foram os responsáveis de diferentes sectores como processo, estação de bombas, oficinas, armazém de açúcar, departamento de segurança entre outras áreas.

Tabela 7: Resultado de auditorias internas e internacionais

Área auditada	Auditoria				Resultado da auditoria	Observações
	Interna		Internacional			
	Planificada	Realizada	Planificada	Realizada		
Processo					<ul style="list-style-type: none"> - Teas nas paredes; - Placas de sinalização sujas; - Trapos com óleos no chão; 	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção de teas nas paredes; - Limpeza das placas de sinalização; - Colocação de latas de lixo para trapos com óleo
Estação de bombas					<ul style="list-style-type: none"> - Piso cheio de água; - Válvulas de condutas de combustivel abertos; - Mangueiras de combustivel no chão sem se enrolar no devido 	<ul style="list-style-type: none"> - Torneiras de água danificadas; - Válvulas de condutas de combustivel abertos; - Mangueiras de combustivel no chão sem se enrolar no devido lugar

				lugar	
Oficinas				<ul style="list-style-type: none"> - Oleo derramado no solo; - Falta de lata de lixo para trapos com oleos 	<ul style="list-style-type: none"> - Oleo derramado no solo; - Falta de lata de lixo para trapos com oleos
Armazém do açúcar				<ul style="list-style-type: none"> - Presença de roedores (ratos); - Falta de equipamento de protecção individual 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de roedores (ratos); - Equipamentos de protecção individual aos trabalhadores da area;
Departamento de segurança				<ul style="list-style-type: none"> - Fios eléctricos desfeitos; - Telhado quebrado e; - pouca ventilação 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação eléctrica não ideal; - Telhado quebrado; - Falta de ar condicionados;
Balanças				<ul style="list-style-type: none"> - Lixo no chão; - Pouca ventilação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de lata de lixo; - Falta de ar condicionados;
Escitórias do departamento de agricultura				<ul style="list-style-type: none"> - Lixo no chão; - Pouca ventilação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de lata de lixo; - Falta de ar condicionados;
Departamento geral de obras				<ul style="list-style-type: none"> - Telhado quebrado; - Lixo no chão; - Circulação de viatura do departamento sem documentos; 	<ul style="list-style-type: none"> - Telhado quebrado; - Falta de latas de lixo; - Viatura do departamento sem documentos;
Armazém geral				<ul style="list-style-type: none"> - Locais de material perigoso não sinalizados; - Pouca 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de ar condicionado; - Não sinalizado local de material perigoso;

				ventilação nas salas; Productos químicos expostos.	- Productos químicos expostos;
Central electrica				- Lixo no chão; - Pouca ventilação;	- Falta de lata de lixo; - Falta de ar condicionado
Area de deposito de contentores de lixo cheios				- Local de deposição de lixo perigoso não trancado e não coberto	- Area de deposição de lixo perigoso não trancado; - Resíduos perigosos como trapos contaminados no contentor não coberto;
Parque de estacionamento				- Viaturas mal estacionadas; - Trabalhadores no interior de veiculo e em movimento sem sinto de segurança	- Viaturas mal estacionados; - Subida desordenada dos trabalhadores

No período em análise (de Junho a Setembro de 2017) foi projectado cerca de 12 auditorias internas relacionadas com o sistema integrado de gestão. Este sistema incluiu os seguintes aspectos: meio ambiente, higiene, saúde e segurança dos trabalhadores durante a realização das actividades. Dos resultados apresentados na Tabela 7 observa-se que das 12 auditorias internas planificadas, foram realizadas, e foram avaliadas positivamente.

No que concerne às auditorias internacionais, (Tabela 7) foram realizadas 6 no período de Junho a Setembro. As auditorias internacionais foram feitas depois das auditorias internas, pois estas auditorias (internas) servem para prêver e corrigir condições consideradas negativas a nível internacional. Além da prevenção e correcção das condições negativas trazem melhorias nos aspectos do meio ambiente, higiene, saúde e segurança nos sectores por isso são feitas com rigor.

Para além das auditorias planificadas, a Maragra foi sujeita a auditorias não planificadas que foram realizadas pela MITADER, e outras instituições nacionais. No presente estudo não serão consideradas estas auditorias, por não terem sido incluídas no plano de actividades, programadas da empresa.

A Maragra SA, na campanha de 2017, contou com cerca de 4750 trabalhadores, entre eles sazonais e eventuais, maioritariamente provenientes de diferentes pontos da área da implantação da fábrica (Maciana). Dos 4750 trabalhadores, cerca de 1800 trabalhadores exercem actividades na fábrica e os restantes 2950 trabalhadores na agricultura.

A garantia de trabalhadores sadios dentro da empresa passa por responder a possíveis incidentes que possam vir a decorrer durante a realização das actividades. A elaboração de um plano de resposta a esses incidentes dentro da empresa torna-se fundamental. O plano passa por formar os trabalhadores em matérias de resposta a incidentes. A Maragra possui um plano de formação dos seus trabalhadores da fábrica, bem como da agricultura nas seguintes áreas: primeiros socorros, resposta ao derrame de produtos químicos, bombeiros, identificadores de condições de perigo e avaliação do risco, e investigadores de acidentes.

Os resultados obtidos para os trabalhadores formados, no âmbito do sistema integrado da Maragra, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: trabalhadores formados em programas do sistema integrado implementado na Maragra

Área de formação	Formados na campanha 2016	Formados na campanha 2017	
Primeiros socorros	370	370	139 na fábrica
			231 na agricultura
Resposta a derrame de produtos quimicos	371	371	138 na fábrica
			233 na agricultura
Bombeiros	370	370	138 na fábrica
			232 na agricultura
Identificadores de condicoes de perigos e riscos	366	366	136 na fábrica
			230 na agricultura
Investigadores de acidentes	376	376	142 na fábrica
			234 na agricultura
Total	1853	1853	

De acordo com a tabela, o número total de trabalhadores formados nas campanhas 2016 e 2017 é de cerca de 1853 (correspondentes a 39%), este representa o número de trabalhadores eventuais. Num total de 4750 trabalhadores da presente campanha (2017), 2897 (61% do total dos trabalhadores) trabalhadores são sazonais e não treinados, pois a prioridade para o treinamento é dado os eventuais.

De acordo com o plano de formação da Maragra, a formação ocorreu no mês de Setembro do ano de 2017. O objectivo principal foi de abrangir maior número de trabalhadores.

5.3. Resultados dos indicadores da condição ambiental

pH

Os resultados de pH são apresentados na Figura 8. Os resultados mostram que durante o período em estudo houve atendimento ao regulamento de padrões de qualidade ambiental e de emissões de efluentes para indústria açucareira (Decreto nº 18/2004), bem como das directrizes de ambiente, saúde e segurança do IFC/Banco Mundial (1998) para o processamento de alimentos e bebidas e as directrizes de ambiente, saúde e segurança para a Indústria Açucareira.

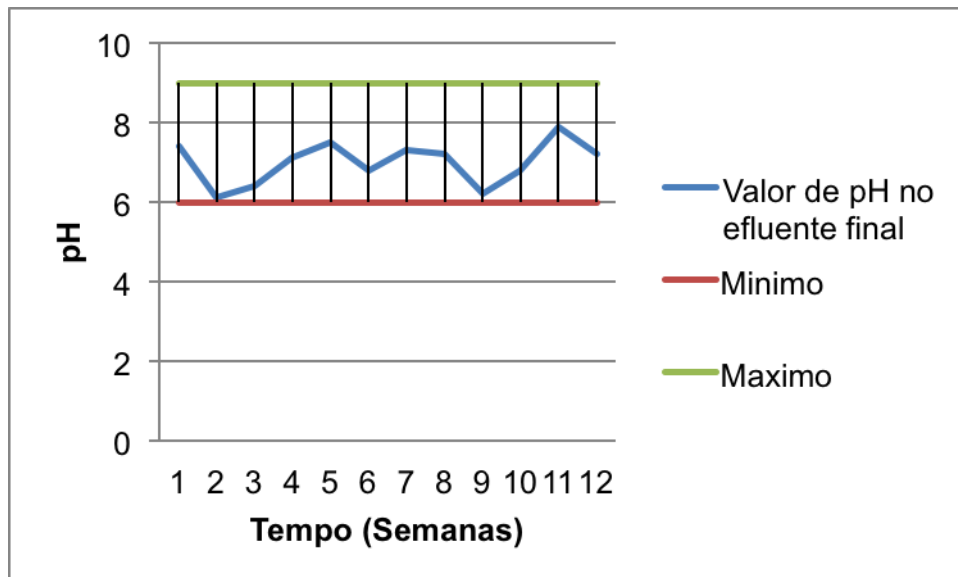


Figura 8: pH do efluente durante o período que variou entre Junho e Setembro

De acordo com a legislação, o pH do efluente líquido descarregado deve situar-se entre 6 a 9. Da análise dos resultados da Figura 8, observa-se que os valores de pH obtidos durante as 12 semanas situam-se entre os valores mínimos e máximo admissível, não causando problema ao meio receptor (rio Incomáti). De acordo com o indicador de atendimento a legislação, todas as amostras analisadas estiveram em conformidade com a legislação, representando 100% deste indicador (cálculos no Apêndice 2).

Demanda química do oxigénio

Os resultados da concentração da demanda química do oxigénio (DQO), são apresentados na Figura 9. Esta figura mostra desvios nas primeiras duas semanas do período de estudo, depois desse período as amostras estiveram abaixo do máximo admissível.

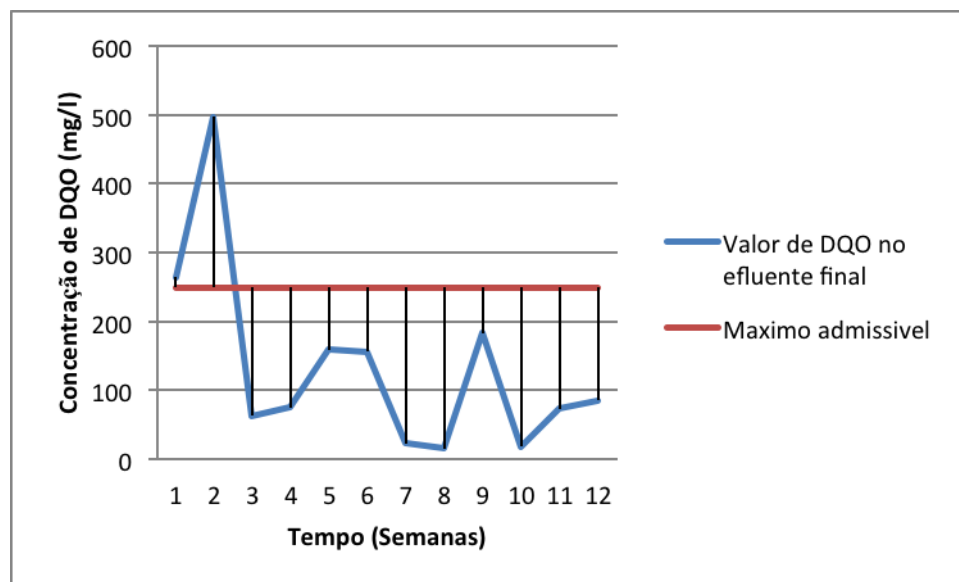


Figura 9: Resultados de DQO durante o período em estudo

A demanda química do oxigénio (DQO) do efluente líquido descarregado deve ser menor que 250 mg/l. A demanda química de oxigénio é um teste utilizado para avaliar os níveis de poluição orgânica (Realtech, 2017). Da análise dos resultados da figura mostra-se que se registou elevados valores de DQO nas primeiras duas semanas devido a maior descarga de efluentes que provavelmente estiveram acompanhados de maiores concentrações de sólidos suspensos totais (SST) e fósforo (Sumi, 199), (não analisados no presente trabalho). As elevadas concentrações destes elementos, foram causadas por problemas no sistema de tratamento de efluentes (substituição de equipamento de retenção de sólidos suspensos), mas que viria a ser resolvido resultando em redução significativa das concentrações destes elementos.

Nos períodos de baixas concentrações é devido a paragens programadas para efeitos de manutenção. A elevada concentração durante o período com problemas terá afectado a conformidade da legislação, representando 83.33% de

conformidade, causada pelas duas amostras fora do valor máximo admissível (cálculos no Apêndice 2)

Aumento da temperatura

Os resultados do aumento da temperatura no rio Incomáti são apresentados na Figura 10. Em geral, observa-se que durante o período em estudo, como mostra a Figura 10 o aumento da temperatura neste meio receptor (rio Incomáti) foi uma média de 1°C, inferior a 3°C estabelecidos.

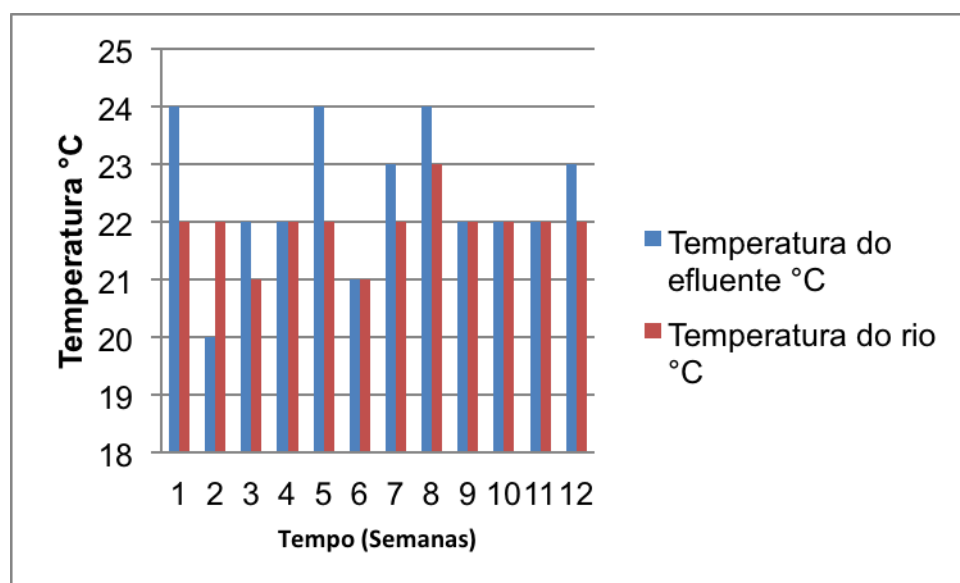


Figura 10: Resultado do aumento da temperatura no rio Incomáti

A temperatura nos corpos da água do rio influenciada por descargas externas não deve ser superior a 3°C. Do levantamento efectuado no período de doze semanas verificou-se que a variação da temperatura entre o efluente e a água do rio esteve dentro do padrão estabelecido (cálculos no Apêndice 2) como ilustra a figura 10.

De acordo com o indicador de conformidade estabelecido pelo regulamento de padrões de qualidade ambiental e de emissões de efluentes para indústria açucareira (Decreto nº 18/2004), bem como das directrizes de ambiente, saúde e segurança do IFC/Banco Mundial (1998) para o processamento de alimentos e bebidas e as directrizes de ambiente, saúde e segurança para a Indústria Açucareira nota-se que todas as amostras analisadas durante o período de estudo estiveram em conformidade com a legislação.

De acordo com a Figura 10, a média da temperatura do rio Incomati é de 22°C. Todos os organismos aquáticos são adaptados para uma determinada faixa de temperatura e possuem uma temperatura preferencial. Eles conseguem suportar oscilações, especialmente aumentos da temperatura, somente até determinados limites, acima dos quais eles sofrem a morte térmica (organismos superiores) ou a inactivação (microrganismos) (Vieira, 2010).

6. Conclusões e recomendações

6.1. Conclusões

O objectivo geral deste trabalho consistiu em fazer uma avaliação do desempenho do sistema de gestão ambiental implementado na açucareira da Maragra SA. Da análise dos resultados obtidos pode-se concluir que em geral, o sistema integrado implementado pela Maragra SA é eficiente.

Da avaliação dos parâmetros da condição ambiental (pH, DQO e aumento da temperatura), verificou-se que todos eles encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pelo regulamento de padrões de qualidade ambiental e de emissões de efluentes para indústria açucareira (Decreto nº 18/2004), bem como das directrizes de ambiente, saúde e segurança do IFC/Banco Mundial (1998) para o processamento de alimentos e bebidas e as directrizes de ambiente, saúde e segurança para a Indústria Açucareira.

Dos resultados da avaliação do desempenho operacional, verificou-se que o consumo médio de energia foi de 500MJ/Kg de açúcar, encontra-se dentro do intervalo estabelecido pela corporação financeira internacional. O indicador da quantidade de resíduos enviados para o aterro foi reduzido de 0.0019 Kg/Kg (primeira semana) para uma média de 0.000655 Kg/Kg, uma redução de 66%, contra os 50% da meta estabelecida. O indicador de consumo da água foi reduzido em cerca de 67%, correspondentes aos 72 m³/Kg do valor mais alto até os 24 m³/Kg durante o período de estudo.

Os resultados da avaliação do desempenho gerencial para a formação de trabalhadores mostram que 1853 (correspondente a 39%) trabalhadores foram formados. Observou-se ainda que das auditorias internas planificadas foram cumpridas e serviram de melhorias para o sistema e correctivas para as auditorias internacionais, e todas auditorias (internas e externas) feitas foram classificadas em diferentes áreas positivamente.

6.2. Recomendações

Para trabalhos futuros recomenda-se que a Maragra:

- Adote esse modelo de avaliação de desempenho ambiental (Norma ISO 14031) visto que abrange todas áreas de sistema integrado de gestão adoptado pela mesma, e este modelo irá contribuir na correcção de parâmetros monitorados em caso de alguns desvios contra a legislação e as metas da empresa;
- Construa uma área para o acondicionamento do bagaço, visto que durante os períodos chuvosos por falta de um local seguro, o bagaço molha e fica indisponível para o uso, recorrendo-se a energia da EDM a produção de açúcar. Isto eleva o consumo, chegando a ser superior ao estabelecido;
- Faça uma manutenção periódica às condutas de água da fábrica, visto que encontram-se em avançado estado de degradação, e proporcionando elevadas perdas de água (estimadas em 2000 l por semana).

7. Bibliografia

- APA – ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE AVEIRO, S. (2007). *Sistema de Gestão Ambiental NP EN ISO 14001*. AVEIRO: 32pp
- Barbieri, J. C. (2008). *Manual de Gestão Ambiental Empresarial*. São Paulo.
- Beber, A. O. (2011). Implantação de sistema de gestão ambiental na empresa, p. 1 - 15.
- Berquó, J. E. (29 de Janeiro de 2012). Engenharia e Análise de Sistemas (EAS): O que é um Sistema? . *Engenharia e Análise de Sistemas (EAS): O que é um Sistema?* .
- Callado, A. A., & Callado, M. A. (Outubro de 2007). *Ran Biotecnologies* . Obtido em 8 de Setembro de 2017, de Ran Biotecnologies : <https://www.researchgate.net/publication/268389009> indicadores de desempenho operacional e economico: um estudo exploratório no contexto de agronegocio.
- Campos, L. M. S e Melo, D. A (03 de Junho de 2008). Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Produção* v. 18, n. 3, p. 540-555
- Campos, L. u. (2001). *SGADA - sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: Uma proposta de implementação*. Florianópolis - SC.
- Castel-Branco, C. N. (Agosto de 2003). Indústria e Industrialização em Moçambique. *Análise da Situação Actual e Linhas Estratégicas de Desenvolvimento*, p. 46.
- Castro, H. F. (2013). Indústria de processos químicos . *Indústria açucareira*, pp. 1-19.
- Colesanti, G. S. (31 de Março de 2008). Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. *Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação*, p. 15.
- corporation, i. F. (2007). *Environmental, health and safety guidelines for the manufacture of sugar*. World Bank Group.

- corporation, i. f. (2012). *Standards of performance in environmental and social sustainability*.
- EmersonProcessManagement. (Novembro de 2010). Application Data Sheet. The Theory of pH Measurement, pp. 1-8.
- Esterhuizen, A. Z. (8 de Fevereiro de 2013). Global Agricultural information network. *Global Agricultural information network*, pp. 1-7.
- FILHO, H. R. (23 de Fevereiro de 2011). Qualidade online's blog. *Importancia dos indicadores gerenciais*.
- Texeira, G. C. (2011). *Pagamento por serviços ambientais de protecção às nascentes como forma de sustentabilidade e preservação ambiental Curitiba: Pontificia Universidade Católica do Paraná*
- Hedges.et.al. (1993). *História de Moçambique, Vol. 3, Moçambique no auge do colonialismo, 1930 - 1961*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Departamento da História.
- Impacto limitada. (2008). *Relatório do Estudo de Impacto Ambiental*. Maciana.
- International Standard. (2013). Environmental Management - Environment performance evaluation - guidelines . second edition
- Rodrigues. J.F. N. R. (25-29 de Agosto de 2008). quarto encontro de Engenharia e tecnologia dos campos gerais . *Implantação do Sistema de Gestão Ambiental Segundo a NBR ISO14001:uma pesquisa de campo em empresa do ramo metalúrgico* .
- Kegode, P. (Setembro de 2015). Programa de Apoio para o Desenvolvimento Económico e Empresarial em Moçambique (SPEED). *Açúcar em Moçambique: Equilibrar Competitividade com Protecção* .
- Lalande, T. (2012). *manual de indicadores de desempenho ambiental*. São Paulo.
- Machado, S. S. (2012). *Tecnologia da fabricacao de acucar*. Goias: Inhumas-GO.
- Machava, S. L. (2010). *Sustentabilidade de producao de biocombustiveis a partir da cana-de-acucar caso da acucareira da Maragra*. Maputo.

- MAE. (2005). *Perfil do distrito da Manhica Provincia de Maputo*. Maciana.
- Martins, A. A., Souza, C. S., & Siciliano, R. S. (2010). *A importância da gestão ambiental com foco na sustentabilidade ambiental*. Avesso do Avesso v. 8, n.8 Edição Especial .
- Melo, L. M. (3 de Junho de 2008). Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica*, p. 15.
- Mettler-Toledo. (2013). *A Guide to pH Measurement*.Switzerland.
- Mantello, P. E. 2005. Estudo do processo de cristalização de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar por resfriamento. São Carlos-SP, Brasil. 226pp. <http://www.fineprint.com>, acesso: 8/12/2017
- Mezaroba S., Meneguetti C. C. e Groff A. M. (2010). Processos de produção do açúcar de cana e os possíveis reaproveitamentos dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema. IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 17 a 19 de Novembro de 2010, Anais, FECILCAM, Brasil, 10 pp,
- Nebbia, T. (2002). *Integração entre o meio ambiente e o desenvolvimento: 1972 - 2002*. Ecuador
- Nicurebede, G. L. (26 de Abril de 2013). O progresso da politica ambiental em Moçambique. O progresso da politica ambiental em Moçambique.
- Oliveira, O. J., & Serra, J. R. (28 de Junho de 2009). Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. pp. 1-10.
- Pers, S. (2002). *Environment and Natural Resource Managemen*. -Rome, Italy.
- pos, L. u. (2001). *S G A D A - Sistema de gestão e avaliação de desempenho ambiental: Uma proposta de impementação*.Florianópolis - SC.
- Realtech. (2017). Save time and work with COD monitoring in real time. Chemical oxygen demand (COD).

- Rivera, L. L. (2002). *Manual de Producción de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.)*. Honduras .
- Roth, J.-M. (July- August de 1999). Maragra. Renovation of a large sugar project in Mozambique. pp. 79-80.
- S. Shokravi, A. S. (2012). *Assessment of industrial environmental performance - Comparison and analysis of sustainability*. Melbourne, Australia.
- Salequzzaman M., T. I. (2008). *Environmental Impact of the Sugar Industry - A case study on Kushtia sugar mills in Bangladesh*. BANGLADESH .
- Santos, D. S. (2015). *Análise do Sistema de Gestão Ambiental de uma Carbonífera Localizada no Município de Treviso - SC*.
- Silva, J.P.N.Da e Silva, M. R. Da (2012). *Noções da cultura da cana-de-açúcar*. Santa Maria, Brasil, 105pp
- Silva, C. R. (2008). *Tipos de métodos e sua aplicação*. 21. ed. CDD 001.4.
- Silva, J. P. (2012). *Nocoos da cultura da cana-de-acucar*. Goias: Inhumas- GO.
- Sumi, Y. (Junho de 1999). High-level Phosphorus Removal in a Small Municipal Wastewater Treatment Plant (WWTP). Massachusetts institute of technology.
- Sutton, P. (12 de Abril de 2004). A perspective on environmental sustainability? A document for the Victorian Commissioner for Environmental Sustainability, pp. 1-32.
- Tang, J. W. (2014). Review of literature on corporate environmental performance assessment. *International Journal of Social and Social Sciences*, 29-34.
- Vieira, M. R. (2010). Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido, 3pp.
- Vilela, (2013). Avaliação do ciclo de vida da produção industrial de etanol e açúcar, p.22

Zacarias, D. E. (26 de Maio de 2011). Global agricultural information network. Global Agricultural Information Network, pp. 1-10.

Apendice

Apendeço-A. Cronograma das actividades

	Actividades	Periodo de realização											
		Junho	Julho				Agosto					Setembro	
		4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	
1	Revisão da literatura												
2	Planificação e liderança												
3	Gestão de risco operacional e mudança												
4	Gestão e controle operacional												
5	Meio ambiente												
6	Padrões dos grupos de risco mútuo												
7	Sistemas de compras												
8	Inspeções e manutenção de activos												
9	Saúde e higiene no trabalho												
10	Medição de desempenho, monitoramento e auditoria												
11	Gestão de incidentes e não conformidades												
12	Melhoria continua												
13	Elaboração do relatório												

Apêndice-B. Tabela de suporte ao cronograma das actividades

Área		Facilitador
Planificação e liderança	Política da empresa	António Matavele
	Objectivos e metas	António Matavele
	Controle de documentos	Augusto Ngovo
Gestão de risco operacional e mudança	Identificação de perigos e avaliação de risco	António Matavele
Gestão e controle operacional	Permissões de organização e controle de trabalhos de alto risco	Narciso Chitlango
	Isolamento e bloqueio	Helena Chachuaio
	Espaços confinados	Gisela Mabote
	Trabalho nas alturas	Gisela Mabote
	Trabalhos quentes	Narciso Chitlango
	Serviço de limpeza	Helena Chachuaio
	Avisos, sinais e codificação de cores	Helena Chachuaio
	Estruturas, construção e infra-estruturas	Helena Chachuaio
	Instalações e equipamentos eléctricos	Narciso Chitlango
	Ferramentas de mão	Narciso Chitlango
	Protecção de máquinas	Gisela Mabote
	Máquinas e equipamentos de elevação	Narciso Chitlango
	Escadas, plataformas elevadas, escadas e andaimes	Brito/ Luís Mabote
	Equipamento de protecção	Helena Chachuaio
	Ergonomia	Gisela Mabote
Meio ambiente	Sistema de gestão ambiental	Gisela Mabote
	Emissões atmosféricas e qualidade do ar no ambiente	Gisela Mabote
	Qualidade das águas residuais e ambiente	Gisela Mabote
	Gestão de resíduos	Gisela Mabote

Padrões dos grupos de risco mútuo	Frota de motor	Narciso Chitlango
	Defesa de fogo	Helena Chachuaio
	Integridade e qualidade do producto	Augusto Ngovo
Sistemas de compras	Gestão de empreiteiros	Gisela Mabote
Inspeções e manutenção de activos	Inspeções gerais planificadas	António Matavele
	Controle de calibração	António Matavele
Saúde e higiene no trabalho	Administração de saúde ocupacional	Gisela Mabote
	Reconhecimento e avaliação de perigo	Gisela Mabote
Medição de desempenho, monitoramento e auditoria	Comitês SHERQ e envolvimento dos funcionários	Gisela Mabote
	Comportamento SHERQ	Gisela Mabote
	Avaliações de gestão	Gisela Mabote
	Sistema de auditorias internas e externas	Gisela Mabote
Gestão de incidentes e não conformidades	Notificação de incidentes e investigação	António Matavele
Melhoria continua	Acções preventivas e correctivas	António Matavele

Apendicel-1. Tabelas de dados sobre parâmetros de desempenho operacional

Tabela 1: consumo de água, produção de açúcar e indicador de consumo de água referente a figura 5

Periodo	Consumo de água (dm³)	Produção de açúcar (kg)	Indicador (l/kg)
Semana-1	1944000	368000	5.28
Semana-2	107488750	3104000	34.63
Semana-3	107488750	3322000	32.36
Semana-4	107488750	1457000	73.77
Semana-5	107488750	1861000	57.76
Semana-6	75864000	3330000	22.78
Semana-7	75864000	3145000	24.12
Semana-8	75864000	3482000	21.79
Semana-9	75864000	2972000	25.52

Tabela 2: consumo de energia, produção de açúcar e indicador de consumo de energia referente a figura 6

Periodo	Consumo de energia (MJ)	Produção de açúcar (kg)	Indicador (MJ/kg)
Semana-1	859327840	368000	2335.13
Semana-2	1277947840	3104000	411.71
Semana-3	1277940180	3322000	384.69
Semana-4	1277934700	1457000	877.10
Semana-5	1283513090	1861000	686.69
Semana-6	1100798100	3330000	330.57
Semana-7	1100781450	3145000	350.01
Semana-8	1100799480	3482000	316.14
Semana-9	1100799080	2972000	370.39

Tabela 3: quantidade de resíduos enviados ao aterro, quantidade de açúcar produzido e indicador de resíduos referente a figura 7

Periodo	Quantidade de resíduos enviados ao aterro (kg)	Quantidade de açúcar produzido (kg)	Indicador (kg/kg)
Semana-1	7334	3680000	0.0019
Semana-2	1458.88	3104000	0.00047
Semana-3	1461.68	3322000	0.00044
Semana-4	1457	1457000	0.001
Semana-5	1451.58	1861000	0.00078
Semana-6	2730.6	3330000	0.00082
Semana-7	2736.15	3145000	0.00087
Semana-8	2750.78	3482000	0.00079
Semana-9	2734.24	2972000	0.00092
Semana-10	0	0	0
Semana-11	494.48	1766000	0.00028
Semana-12	509.22	2829000	0.00018

Tabela 4: valores de pH referente a figura 10

Periodo	pH
Semana-1	7.4
Semana-2	6.1
Semana-3	6.4
Semana-4	7.1
Semana-5	6.8
Semana-6	7.3
Semana-7	7.3
Semana-8	7.2
Semana-9	6.2
Semana-10	6.8
Semana-11	7.9
Semana-12	7.3

Tabela 5: concentração de DQO referente a figura 11

Periodo	Concentração de DQO (mg/l)
Semana-1	265
Semana-2	498
Semana-3	64
Semana-4	76
Semana-5	157
Semana-6	54
Semana-7	24
Semana-8	160
Semana-9	184
Semana-10	19
Seamana-11	65
Seamana-12	80

Tabela 6: temperatura do efluente, temperatura do rio incomati e aumento da temperatura

Periodo	Temperatura do efluente(°C)	Temperatura do rio incomati (°C)	Aumento da temperatura no rio incomati (°C)
Semana-1	24	22	2
Semana-2	20	22	-2
Semana-3	22	21	1
Semana-4	22	22	0
Semana-5	24	22	2
Semana-6	21	21	0
Semana-7	23	22	1
Semana-8	24	23	1
Semana-9	22	22	0
Semana-10	22	22	0
Semana-11	22	22	0
Semana-12	23	22	1

Apendice I – 2. Cálculo de indicadores de atendimento a legislação, referentes a indicadores de condição ambiental

Calculo 1: Atendimento a legislação do pH, referente a figura 8

$$\%C = [(T_s - E) / T_s] \times 100$$

$$\%C = [(12 - 0) / 12] \times 100$$

$$\%C = 100\%$$

Calculo 2: Atendimento a legislação da concentração do DQO, referente a figura 9

$$\%C = [(T_s - E) / T_s] \times 100$$

$$\%C = [(12 - 2) / 12] \times 100$$

$$\%C = 83.33\%$$

Calculo 3: Atendimento a legislação do aumento da temperatura, referente a figura 10

$$\%C = [(T_s - E) / T_s] \times 100$$

$$\%C = [(12 - 0) / 12] \times 100$$

$$\%C = 100\%$$