

QUALIDADE TÉCNICA DA REDE DE TRANSPORTE

TECHNICAL QUALITY REPORT
OF THE TRANSMISSION
NETWORK PERFORMANCE

2010



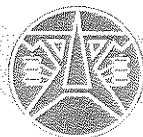
ELECTRICIDADE
DE MOÇAMBIQUE, E.P.
Direcção da Rede de Transporte

R059

QUALIDADE TÉCNICA DA REDE DE TRANSPORTE

TECHNICAL QUALITY
OF THE TRANSMISSION
NETWORK PERFORMANCE

2010



ELECTRICIDADE
DE MOÇAMBIQUE, E.P.
Direcção da Rede de Transporte



Qualidade Técnica da Rede de Transporte – 2010 Technical Quality of the Transmission Network Performance – 2010

Edição e Propriedade

Electricidade de Moçambique
Direcção da Rede de Transporte
Av. Filipe Samuel Magaia, 368
Caixa Postal: 2538
Tel: 21 35 36 00
Fax: 21 30 96 77
E-mail: ajonas@edm.co.mz
ecalima@edm.co.mz
<http://www.edm.co.mz>

Recolha de perturbações na rede

Operadores das subestações

Análise e Informatização

Área de Transporte Norte

DOS – Departamento de Operação de Sistema

Área de Transporte Centro-Norte

DOS – Departamento de Operação de Sistema

Área de Transporte Centro

DOS – Departamento de Operação de Sistema

Área de Transporte Sul

DOS – Departamento de Operação de Sistema

Compilação e Análise Estatística

Esmeralda Calima

Correcção

Adriano Jonas
Directores das Áreas de Transporte

Composição, revisão e Tradução

Mário Houane

Assessoria Técnica

A. de Sousa Fernando

Produção Gráfica: Elográfico

Tiragem: 500 Exemplares

2011 Maputo – Moçambique

Índice

Table of Contents

Mensagem do Presidente	5
Sumário Executivo.....	7
1. Introdução	11
2. Pontas e Volumes de Energia	13
3. Continuidade de Serviço.....	14
3.1. Indicadores Individuais	14
3.2. Indicadores Gerais.....	17
3.3. Energia não fornecida.....	21
4. Qualidade de Fornecimento	26
4.1. Qualidade da Onda de Tensão.....	26
5. Comportamento em Serviço dos Componentes e Equipamentos da Rede.....	27
5.1. Subestações.....	27
5.1.1. Sistemas de Protecção	27
5.1.2. Índice de Selectividade	28
5.1.3. Tempo de Actuação dos Sistemas de Protecções	30
5.2. Transformadores de Potência.....	31
5.2.1. Estado geral dos transformadores de potência.....	31
5.2.2. Indisponibilidades dos transformadores de potência.....	31
5.3. Sistemas de Telecomunicações	33
5.3.1. Caracterização do sistema de telecomunicações.....	33
5.4. Linhas de Transporte	35
5.4.1. Estado Geral das Linhas de Transporte	35
5.4.2. Linhas de Transporte de 275 kV.....	36
5.4.3. Linhas de Transporte de 220 kV.....	39
5.4.4. Linhas de Transporte de 110 kV.....	42
5.4.5. Linhas de Transporte de 66 kV	46

Message of the President and CEO	5
Executive Summary	7
1. Introduction.....	11
2. Maximum Demands and Volumes of Energy	13
3. Continuity of Supply	14
3.1. Individual Indicators.....	14
3.2. General Indicators.....	17
3.3. Non – Delivered Energy.....	21
4. Quality of Supply.....	26
4.1. Quality of the Voltage Waveform	26
5. Performance of the Main Network Components	27
5.1. Substations.....	27
5.1.1. Protections Systems	27
5.1.2. Selectivity Index.....	28
5.1.3. Response Time of Protections Systems	30
5.2. Power Transformers.....	31
5.2.1. General Status of the Power Transformers.....	31
5.2.2. Outage of Power Transformers	31
5.3. Telecommunications Systems.....	33
5.3.1. Characterization of the Telecommunication Systems	33
5.4. Transmission Lines	35
5.4.1. General Status of Transmission Lines.....	35
5.4.2. 275 kV Transmission Lines.....	36
5.4.3. 220 kV Transmission Lines.....	39
5.4.4. 110 kV Transmission Lines.....	42
5.4.5. 66 kV Transmission Lines.....	46





6. Incidentes na Rede de Transporte.....	50	6. Incidents in the Transmission Network.....	50
6.1. Origem dos Incidentes	50	6.1. Source of Incidents.....	50
6.2. Incidentes mais significativos	51	6.2. The Most Significant Incidents.....	51
7. Considerações Finais	60	7. Final Considerations	60
7.1. Qualidade da Informação	60	7.1. Quality of Information.....	60
8. Terminologia	61	8. Terminology.....	61

Mensagem do Presidente do Conselho de Administração

Message of the Chairman of the Board of Directors and CEO



Manuel Cuambe

Presidente do Conselho de Administração
Chairman of the Board of Directors and CEO

É com bastante agrado e apreço que apresentamos o desempenho da Rede Nacional de Transporte de Energia Eléctrica ao longo do 2010, através do presente Relatório de Qualidade Técnica. O presente relatório serve para informar, em detalhe, aos nossos estimados clientes, que aliás são a nossa principal razão de ser, e a sociedade em geral, dos resultados do desempenho decorrentes das actividades de operação e exploração da Rede Nacional de Transporte ao longo do ano de 2010.

O ano de 2010, à semelhança de outros anos, foi um ano de grandes realizações e desafios para a EDM em geral, e em particular para a Direcção da Rede de Transporte (DRT); tais realizações enquadram-se no Plano Estratégico da EDM 2010 – 2014 e PAO 11, especificamente na vertente de continuidade de serviço e aumento da fiabilidade do sistema, optimização do uso das infraestruturas de comunicação e redução de perdas, a operacionalização do CND entre outras, com vista a beneficiar em quantidade e qualidade a nação Moçambicana em energia eléctrica.

Neste contexto, destacam-se as seguintes realizações:

- A expansão contínua da rede de transporte, bem como a relocação e recolocação em serviço de algum equipamento pesado como forma de colmatar a demanda cada vez mais crescente e exigente;
- O contínuo aumento dos pontos de entrega de energia situando-se actualmente em 62;
- A manutenção da eficiência alta na gestão operacional dos sistemas eléctricos, garantindo assim uma disponibilidade do sistema de transporte de energia acima dos 99% do tempo;
- O aumento de 2,667 para 2,955 GWh (11%) da energia eléctrica transportada, comparativamente ao ano de 2009;
- A subida da ponta integrada do sistema para 533.92 MW, mais 11% em relação ao ano de 2009;

It is with earnest pleasure and gratefulness that we present the results of the performance of the National Power Transmission Network, relatively to 2010, through the current Report of the System Technical Quality. This report aims to inform, in details, our esteemed costumers and the society at large, which are as a matter of fact, the sole reason of our being, the results of our performance stemming from our operation and exploiting activities of the National Transmission Network, during 2010.

Similarly to the previous years, 2010 was a year of remarkable accomplishments and challenges to EDM in general, and to the Directorate of the Transmission Network (DRT) in particular; such achievements are within the framework of EDM 2010 – 2014 Strategic Plan and PAO 11, expressly in the continuity of supply of the power transmission backbone and increased system reliability, capitalization of the communication infrastructure and loss reduction, the operationalization of the National Control Centre among other activities, with the aim of benefiting in quantity and quality the Mozambican nation in electrical energy.

In that respect, highlight is made to the following undertakings:

- The continuous expansion of the national transmission network, as well as relocation and restoration to service of some heavy duty equipment as a way to satisfy the growing demand;
- The continuous increase of the Energy Points of Delivery which now are 62;
- The maintenance of higher management efficiency in power systems operations, which has kept the availability of the transmission system over and above 99% of the time;
- An increase of transmitted power from 2,667 to 2,955 GWh (11%) relatively to 2009;
- An up surge of the integrated MD to 533.92 MW, 11% more comparatively to 2009;



- O Aumento global na capacidade de transferência da carga, o que se traduziu no aumento de mais famílias Moçambicanas com acesso a energia eléctrica de qualidade e quantidade suficientes à demanda económica e social.

Os efeitos das realizações acima apontadas, emulam congnamente as aspirações, anseios e desejos do Governo Moçambicano inspirado na visão estratégica, que define o Distrito como pólo de desenvolvimento, cuja electrificação tem como fonte principal a energia de Cahora Bassa, transportada exclusivamente pela Rede de Transporte da EDM.

Pese embora a importância destes resultados aqui mencionados, há consciência plena sobre os desafios ainda prevalectes, tais como a necessidade de uma gestão cada vez mais cuidadosa, criteriosa, eficiente e transparente com vista a fazer face à crise financeira a assolar o mundo em geral e o país e à EDM em particular, a falta generalizada de fundos para novos investimentos em novas infraestruturas e tecnologias modernas, necessidade de uma maior intervenção na estabilidade das linhas e na renovação dos equipamentos da rede obsoletos, a redução de perdas e o combate ao roubo da infraestrutura de transmissão de energia eléctrica, a educação ao consumidor final com vista ao uso e consumo racional e poupança da energia eléctrica, a aposta na formação e capacitação do pessoal técnico, bem como na provisão dos meios intrínsecos, o que contribuirá para o aumento da disponibilidade dos sistemas e conseqüente redução da energia não fornecida que em 2010 representou 15.70 GWh (mais 29.4% comparativamente a 2009), em conseqüência do crescimento da demanda nas várias subestações e das substituições dos vários componentes obsoletos e algumas contingências na rede nacional de transporte.

Estamos conscientes de que estes resultados, embora importantes, representam apenas parte de um longo percurso e desafio por cumprir de forma a criar as condições básicas e necessárias para continuar a capitalizar o Distrito como pólo central do desenvolvimento do país.

Assim, para 2011 com vista a fazer face a estes desafios, sobretudo na melhoria da eficiência de gestão operacional dos sistemas e da qualidade de fornecimentos, será continuada a expansão da rede nacional de transporte de energia eléctrica, lançado o projecto da espinha dorsal da rede nacional de transporte – CESUL, consolidado o projecto de redução de perdas, reabilitadas algumas subestações estratégicas, incrementadas as políticas e cultura de manutenção preventiva, e continuados os esforços anti-roubos de infraestrutura eléctrica bem como as campanhas de educação ao cliente rumo ao consumo racional e responsável de energia eléctrica, em benefício do todos, Governo, sociedade e EDM.

Uma palavra de apreço sincero e carinho aos nossos estimados Clientes, Governo, Parceiros de Cooperação Locais e Internacionais, a todos os Quadros e a Colaboradores, pelo inestimável e permanente apoio notório em todos os momentos, sem os quais a EDM não conseguiria alcançar os objectivos definidos.

- A global increase in the load transfer capacity, which rendered more Mozambican families, access to electrical energy of sufficient quantity and quality to their economic and social demands.

The effects of the above highlighted achievements, emulate deservedly the aspirations, anxieties and desires of the Mozambican pride, inspired by the Government strategic vision, which singled out the District as the pole of development, whose electrification has its main source Cahora Bassa energy, transmitted exclusively through EDM's Transmission Network.

Notwithstanding the importance of the results herein underlined, there is full awareness of the challenges still lying ahead, such as the need for a more cautious, wise, efficient and transparent management, in face of the financial crisis devastating the world in general and the country and EDM in particular, generalized lack of funds for new investments in new infrastructures and modern technologies, the need for a major intervention in the lines stability and in the renewal of aged equipment, the reduction of losses and the fight against power assets theft, customer education for rational use and saving of electrical energy, the waging in training and empowerment of technical personnel, as well as in the provision of intrinsic resources, which will contribute in the increase of system availability and consequent reduction in non-delivered energy that in 2010 represented 15.70 GWh (29.4% more comparatively to 2009), as consequence of growing demand in the substations and the replacements of varying obsolete equipment and some contingencies in the National Transmission Network.

We are conscious that these results, although important, only represent part of a long journey and challenges to face in order to create the basic and indispensable conditions to empower the District with electrical energy, one of the main developing engines.

Thus, in 2011 to accommodate for these challenges, particularly in the improvement of operational system management efficiency, the national transmission network expansion will be continued, new power transmission backbone project CESUL launched, loss reduction project consolidated, some of the strategic substations overhauled, policies and culture of preventive maintenance enlarged, power infrastructure anti-theft efforts continued as well as educational campaigns targeted to the customers for a more rational and responsible power consumption in benefit of all, Government, society and EDM.

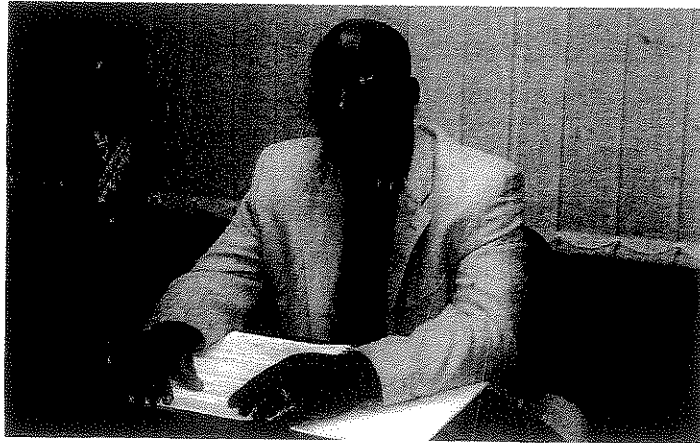
To conclude, we express our profound acknowledgement and supreme consideration to our dear customers, Government, cooperation partners and to all EDM personnel, for their inestimable and permanent support notable at all times, without which EDM would not have achieved the envisaged objectives.

Manuel Cuambe

Presidente do Conselho de Administração
Chairman of the Board of Directors and CEO

I. Sumário Executivo

I. Executive Summary



Adriano Jonas
Director

O presente relatório designado por “Qualidade Técnica de Serviço da Rede de Transporte” pretende avaliar o desempenho da Rede de Transporte em 2010 abordando de forma detalhada a evolução dos indicadores de qualidade técnica de serviço nomeadamente, “Continuidade de Serviço”, “Qualidade da Onda de Tensão” e “Comportamento em Serviço dos Principais Componentes da Rede”, focando os principais incidentes verificados.

Por forma a adequar o Relatório de Qualidade Técnica à Divisão Administrativa da Direcção da Rede de Transporte, os indicadores de Continuidade de Serviço, foram agrupados em função de cada uma das Áreas de Transporte. No entanto, o comportamento das linhas de transporte, está agrupado por nível de tensão analisando-se caso a caso a origem dos desvios.

No quadro das actividades planificadas para 2010, foram desenvolvidas acções orientadas principalmente para a redução do número e duração das indisponibilidades, intervindo nos pontos mais fracos dos sistemas de transporte através da substituição dos equipamentos obsoletos e de uma melhor coordenação das interrupções planeadas para manutenção preventiva.

Fruto de investimentos continuados em 2010 na vertente de aquisição de equipamentos e outros materiais de grande impacto, bem como de acções concretas na operacionalidade da rede de transporte, foram realizadas as seguintes actividades:

- Operação centralizada da Região Sul a partir do CND;
- Montados e em funcionamento as SE móveis de Xai – Xai e Khongolote;
- Montado e em carga o transformador 2 da Machava;

This “Technical Quality Report of the Transmission Network” aims to evaluate the performance of the Transmission Network in 2010 presenting in detail, the performance of the quality of supply indicators, namely “Continuity of Supply”, “Quality of the Voltage Waveform” and the “Performance of the Main Network Components”, centering in the most significant incidents.

In order to match the Technical Quality Report with the Administrative Division of the Transmission Network Directorate, the indicators of Continuity of Supply were grouped according to each Area of Transmission. In the meantime, the performance of the Network Components was grouped by voltage level, and the causes of deviations, are analyzed case by case.

Within the framework of the activities planned for 2010, actions were developed towards mainly to the reduction of the number and duration of interruptions, with interventions in the weakest points of the transmission system through replacement of obsolete equipment and a better coordination of the planned interruptions for preventive maintenance.

Yield to bulky investments continued in 2010 in acquisitions of equipment and materials of huge impact, as well as in the real actions on the capitalization of the transmission network operation, the following activities were carried out:

- Centralized operation of the Southern Region Network from the National Control Centre;
- Xai – Xai and Khongolote mobile substations installed and in operation;
- Machava substation power transformer 2 installed and loaded;





- Em processo de adjudicação a consultoria para especificação mais detalhada para a operação em anel da rede de 66 kV na cidade de Maputo e Matola;
- Concebida a estrutura para a gestão da Telefibra;
- Desenhado o plano de contingência da DRT;
- Realizada a certificação de operadores da HCB;
- Em vista a prestação de serviços à Motraco e à Vale;
- Finalizada a montagem de contadores faltando apenas a integração no sistema e o SAT;
- Expandida a rede de 66 kV em mais 11 km na ATCE;
- Reabilitada a subestação da Munhava;
- Montagem de equipamento de medição da qualidade da onda de tensão em Matambo, Nampula 220 e Moma e consequente aumento da monitoração da qualidade de fornecimento (onda de tensão, corrente e harmónicas) na LCN;
- Instalação de mais micro-ondas, fibra óptica e PLC com consequente aumento na comunicabilidade e coordenação das operações entre as subestações;
- Montagem de espanta pássaros nas torres;
- Maior coordenação no ajuste das protecções das várias linhas;
- Adopção de melhores práticas para manter as reacções nas linhas de Média Tensão;
- Incremento de actividades de manutenção preventiva e correctiva; e,
- Melhoria da curva de aprendizagem na gestão das interrupções quer por manutenção, quer por avarias.

Grande parte das actividades acima indicadas necessitaram de cortes de energia pelo que a frequência média de interrupções do serviço (SAIFI) nos Pontos de Entrega (PDE's) aumentou em 23% relativamente a 2009, tendo passado de 62.5 para 76.9, tendo havido um ligeiro acréscimo da Duração Média das Interrupções (SAIDI) de 38.02 em 2009 para 38:30 em 2010, enquanto o Tempo Médio de Reposição do Serviço (SARI) melhorou em 16.7% ou seja de 0.36 em 2009 para 0.30 em 2010. Parte considerável dos cortes resultaram dos trabalhos da reabilitação da subestação da Munhava, avarias e cortes para manutenção nas várias linhas, defeitos transferidos da MT para os transformadores de potência bem como para a manutenção nestas linhas e à perturbações por efeitos naturais como descargas atmosféricas e ninhos de pássaros.

A melhoria do Tempo Médio de Reposição do Serviço (SARI) em 16.7% em relação a 2009, passando de 36 min para 30 min no global, correspondeu a uma taxa de disponibilidade global do sistema de 99.56%, relativamente aos 99.57% em 2009.

- Consultancy for more detailed technical specifications for the ring operation of the 66 kV network in the cities of Maputo and Matola in a tendering process;
- Structure to manage the Telefibre conceived;
- DRT contingency plan drawn;
- HCB operators certification done;
- Service delivery to Motraco and Vale in sight;
- Energy meters installation finalized, pending integration into the system and SAT;
- Expansion of the 66kV network in 11 Km in ATCE;
- Munhava substation fully overhauled;
- Installation of power quality monitoring equipment in Matambo, Nampula 220 and Moma substations, and consequent increase in the quality of supply monitoring (voltage waveform, current and harmonics) in LCN;
- Installation of more microwaves, fiber optics and PLC with obvious increase in communicability and coordination of operations among substations;
- Installation of scarecrows in towers plagued with birds' nests;
- Better coordination of the protections settings in various lines;
- Adoption of best industry practices to keep the reactances in some medium voltage lines;
- Increase of preventive and corrective maintenance activities; and,
- Improvement of the learning curves in the management of interruptions either for maintenance or for breakdowns.

The majority of activities above described required interruptions of the power supply, which hastened the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) in the Points of Supply (PDE) to increase by 23% relatively to 2009, from 62.5 to 76.9, having been scored a slight rise of the System Average Duration Index (SAIDI) from 38.02 in 2009 to 38:30 in 2010, while the System Average Restoration Index (SARI) improved by 16.7% i.e., from 0.36 in 2009 to 0.30 in 2010. Considerable portion of the interruptions are from the rehabilitation works of Munhava substation, breakdowns and interruptions in differing lines; transferred faults from Medium Voltage to power transformers, as well as maintenance in these lines and disturbances from natural causes such as atmospheric discharges and birds' nests.

The System Average Restoration Index (SARI) improvement by 16.7% relatively to 2009, from 36min to 30 min in global, corresponded a system global availability index of 99.56%, comparatively to 99.57% in 2009.

A ATNO e ATCN registaram respectivamente uma melhoria da taxa de disponibilidade de 99,14% para 99,46% e de 99,36% para 99,70% de 2009 para 2010, mercê principalmente de não se ter registado nenhuma avaria nos equipamentos da rede de transporte. Porém, a ATSU registou uma redução deste indicador, passando de 99,65% em 2009 para 99,57% em 2010 pesando para o efeito os incidentes verificados na Área de Transporte Sul resultantes da avaria do mecanismo de regulação de tensão do transformador de Chicumbane e Macia e devido ao mau tempo verificado em Março, enquanto que na ATCE no mesmo período a taxa de disponibilidade também redziu de 99,67% para 99,57% devido à reabilitação da subestação da Munhava, ao incidente de 29 de Outubro também na Munhava caracterizado pelo rompimento de um fiador na CL75 aliado a falta de localizador de defeitos nas linhas, e bem como à mudança de isoladores nas linhas CL71 e 75.

No que se refere a monitoração da Qualidade da Onda de Tensão a atenção continua virada a clarificação das cavas de tensão que têm se verificado em Moma bem como à entrada de novas linhas para clientes específicos. Para além de tensão estão sendo monitorados também as harmónicas e correntes nos extremos da linha, isto é, na subestação de Matambo e de Moma. Para o efeito, para além dos dispositivos de monitoração da onda de tensão em alguns pontos chaves da Linha Centro – Norte e Moma montados em 2008, em 2009 acrescentou-se outro equipamento de medição da qualidade da onda de tensão no barramento de 220 kV na subestação de Matambo, para em 2010 montarem-se os Unilasers. Assim, continua a recolha de mais dados tanto em Matambo assim como em Moma que se espera permitam apurar as reais causas das cavas de tensão na SE de Moma e quedas de tensão noutras subestações da LCN.

Em 2010 há também a assinalar o crescimento dos sistemas de telecomunicações, mormente micro-ondas, fibra óptica e PLC's, que garantidamente tem melhorado a coordenação das várias acções de operação entre as subestações, acrescido da melhoria da curva da aprendizagem na gestão do tempo das avarias e manutenções nos Sistemas de Transmissão da EDM.

Doravante as várias melhorias acima apontadas, registaram-se alguns incidentes com maior destaque para as seguintes:

- Avaria do isolador de passagem do cabo para o barramento de 33 kV, com interrupção do fornecimento à Manje, Furacungo e outros locais por 61h:34 min;
- Curto-circuito na linha C21 (Gurue, Cuamba, Lichinga) na torre nº 128 provocado por uma cobra que abraçou a estrutura metálica fazendo interrupção do fornecimento à Gurue, Cuamba e Lichinga por 14h:40;
- Perfuração do cabo subterrâneo de 66 kV à entrada de Tete e conseqüente corte de fornecimento à Tete (18.6MW), por 19h: 15min;
- Postes quebrados na linha DL5 (Infulene – Manhica), poste 165 a 169, Interrupção de fornecimento a Manhica, Riopete e Mabor por 100h;

ATNO and ATCN respectively registered an improvement in the rate of their index availability from 99.14% to 99.46% and from 99.36% to 99.70% from 2009 to 2010, yield mainly to no equipment having registered any breakdown. Nonetheless, ATSU registered a reduction in this index, passing from 99.65 in 2009 to 99.57% in 2010, from the incidents registered in ATSU, resulting in the breakage of the Chicumbane and Macia substations' power transformers tap changer mechanisms and due to bad weather registered in March, while in ATCE in the same period there was also a reduction of the availability index from 99.67% to 99.57% due to Munhava rehabilitation works, October 29 incident also in Munhava characterized by the severance of a drop out in CL75 line, coupled with lack of line faults locator, as well as to the replacement of insulators in CL75 and 75 lines.

Pertaining to the monitoring of the Quality of the Voltage Waveform the focus is still put on the clarification of the voltage dips that have occurred in Moma, as well as to harmonics in Matambo substation under the scope of new lines commissioning for specific clients. To that end, besides voltage waveform monitoring devices installed in certain key points of LCN in 2008, in 2009 quality measuring equipment was added in 220 kV bus bar of Matambo substation and in 2010 *unilaser* equipment was also installed. Thus, data gathering process continues with the hope that some light will be shed in the determination of the real causes of the voltage dips in Moma substation and voltage drops/swells in other LCN substations.

In 2010 there was also an increase of the telecommunication systems, namely, microwaves, fiber optics and PLC's, which surely have improved the coordination of the various operating actions among substations, coupled with steeping of the learning curve of the breakdowns and maintenances time management of EDM Transmission Systems.

Notwithstanding the improvements above mentioned, some incidents were registered with focus to the following:

- Breakage of the insulator between the cable and the 33 kV bus bar, with the power supply interruption to Manje, Furacungo and other locations for 61h:34 min;
- Short circuit in C21 line (Gurue, Cuamba and Lichinga) in tower nº 128, caused by a snake that hugged the tower metal structure, with power supply interruption to Gurue, Cuamba and Lichinga for 14h:40 min;
- 66 kV underground cable punching at the entry of Tete and consequent power supply interruption (18MW) for 19h:15min;
- Fallen towers in DL5 (Infulene – Manhica), towers 165 to 169, power supply interruption to Manhica, Riopete and Mabor for 100 h;





- Curto-circuito e danificação da cela, provocado por um rato infiltrado na cela e Interrupção do fornecimento de 20MW a uma parte da cidade de Maputo por 13h;
- Queda do condutor da linha de 275kV Komatipoort – Infulene em cinco vãos na sequência de mau tempo e consequente baixo nível de tensão do sistema, devido à coincidência desta avaria com a queda da linha de 400kV Arnot – Maputo por 32h;
- Defeito do mecanismo de fecho do poio da fase R do disjuntor da CL2 e interrupção de fornecimento de energia as províncias de Gaza e Inhambane por 8h.
- Sobreaquecimento por mau contacto e rompimento de fiador em Nhamatanda por 50h;
- Vários outros incidentes com pássaros, descargas atmosféricas, explosão de TÍ's, disjuntores do neutro, torres embatidos por camiões e quedas de árvores que afectaram o fornecimento de energia à vários PDE's entre tempos que variam entre 2 a 10 horas consecutivas.

Estes incidentes (veja 6.1.1) tiveram uma duração cumulativa de cerca de 536.04h, e contribuíram no agravamento de alguns indicadores de qualidade de serviço nas respectivas Áreas de Transporte com maior realce na Energia não fornecida que foi de cerca de 15.70 GWh, 29% acima da verificada em 2009 que foi de 12.13 GWh.

Uma palavra de apreço é dirigida a todos aqueles que directa ou indirectamente, tornaram este relatório uma realidade em particular os operadores das subestações e os outros técnicos da Direcção da Rede de Transporte, que têm feito a recolha, análise e informatização da informação das perturbações da rede, com um profissionalismo evidente.

Adriano Jonas
Director

- Short circuit and bay damage provoked by an infiltrated rat in the bay, and 20 MW of power supply interruption to some parts of the City of Maputo for 13h;
- Fall of 275 kV line conductor (Komatipoort – Infulene) in five spans, from bad weather, and consequent system low voltage level, due to the coincidence of this breakdown with the fall of the 400 kV line Arnot – Maputo for 32h;
- Phase R circuit breaker pole closing mechanism defect in CL2 and power supply interruption to Gaza and Inhambane provinces for 8h;
- Overheating from bad contact and severance of the drop out in Nhamatanda for 50h; and,
- Various other incidents with birds, atmospheric discharges, neutral transformer explosion, towers hit by trucks, fallen trees and wild fires that affected the energy supply to varying Points of Delivery between 2 and 10 consecutive hours of time.

These incidents (see 6.1.1) had a cumulative duration of approximately 536.04 hours, and contributed in the worsening of some power quality indicators in the envisaged Areas of Transmission, with major emphasis to non-delivered energy that was about 15.70 GWh, 29% above the verified in 2009 which was 12.13 GWh.

An esteem word is addressed to all who direct or indirectly have contributed to the materialization of this report mainly the substation operators and the other technicians from the Directorate of the Transmission Network who have collected, analyzed and computed the information with plain professionalism.

I. Introdução

A direcção da Rede de Transporte, na qualidade de operador da rede de transporte de energia eléctrica no território Moçambicano, elabora anualmente um relatório de informação sobre a qualidade de serviço prestado.

Assim, apresenta-se o relatório de Qualidade Técnica de Serviço da Rede de Transporte referente ao ano de 2010 que, além de apresentar informação detalhada sobre continuidade de serviço e qualidade da onda de tensão, fornece dados informativos complementares relativos à disponibilidade da rede e ao comportamento em serviço dos diversos elementos da rede e os principais equipamentos que os constituem. Com esta informação adicional pretende-se contribuir para uma melhor compreensão de alguns aspectos correlacionados com a qualidade de serviço da rede de transporte.

De forma a adequar este relatório à Divisão Administrativa da Direcção da Rede de Transporte, os indicadores de Continuidade de Serviço, foram agrupados por Área de Transporte. No entanto, o comportamento das linhas de transporte, está agrupado por nível de tensão analisando-se caso a caso a origem dos desvios.

As quatro Áreas de Transporte bem como as principais fontes de fornecimento de energia são as seguintes:

- Área de Transporte Sul (ATSU) – Alimentada pela HCB via Eskom/MOTRACO e Central de Corumana;
- Área de Transporte Centro (ATCE) – Alimentada pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa e pelas Centrais de Mavuzi e Chicamba
- Área de Transporte Centro-Norte (ATCN) – Alimentada pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa
- Área de Transporte Norte (ATNO) – alimentada pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa por via da ATCN.

Para o cálculo dos indicadores de qualidade nomeadamente Frequência média de Interrupção (SAIFI), Duração Média das Interrupções (SAIDI) e Tempo Médio de Reposição de Serviço (SARI), foram usados para a DRT um total de 62 PDE's sendo 32 na ATSU, 15 na ATCE, 7 na ATCN e 8 na ATNO.

I. Introduction

The Directorate of the Transmission Network, in its quality as the transmission network operator within Mozambican territory, has in a yearly basis prepared a report of information about the quality of service delivery.

Thus, the Technical Quality Report of the Transmission Network, pertaining to 2010 is herein presented, which besides detailing information about the continuity of service and the quality of the voltage waveform, provides complimentary informative data related to the availability of the network and the performance of the wide-range of elements of the network as well as the main constituting equipment. With this additional information we aim to contribute for a better understanding of some of the aspects co-related with the quality of the performance of the transmission network.

In order to match this Technical Quality Report with the Administrative Division of the Transmission Network Directorate, the indicators of Continuity of Supply were grouped according to each Area of Transmission. In the meantime, the performance of the Network Components was grouped by voltage level, and the causes of deviations, are analyzed case by case.

The four Areas of Transmission as well as the main sources of energy supply are:

- Area of Transmission South (ATSU) – Supplied by HCB via Eskom/Motraco and Corumana Power Station;
- Area of Transmission Centre (ATCE) – Supplied by HCB and by Mavuzi & Chicamba Power Stations;
- Area of Transmission Centre – North (ATCN) – Supplied by Hidroeléctrica de Cahora Bassa and;
- Area of Transmission North (ATNO) – Supplied by Hidroeléctrica de Cahora Bassa via ATCN.

For the determination of the quality indicators, namely System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), System Average Interruption Duration Index (SAIDI), and System Average Restoration Index (SARI), 62 Pod's were used for DRT, of which 32 in ATSU, 15 in ATCE, 7 in ATCN and 8 in ATNO.



Por as Áreas de transporte possuírem características diferentes entre si, os indicadores das mesmas não podem ser comparados entre si.

Relativamente ao número de defeito por 100km de linha foi calculado tendo em conta os seguintes dados:

- Rede de 275kV com 116km localizados na ATSU;
- Rede de 220kV com 1756km sendo 320km na ATCE e 1436km na ATCN;
- Rede de 110kV com 2695km sendo 593 km na ATSU, 603 km na ATCE, 244 km na ATCN e 1085 km na ATNO; e
- Rede de 66kV com 479km sendo 306 km na ATSU e 173 km na ATCE, por a rede da ATCE em 2010 ter estado fora de serviço o comprimento desta rede não foi usado, o que quer dizer que considerou-se apenas 306km da ATSU.

Because the Transmission Areas have differing characteristics among themselves, their indicators cannot be compared.

Regarding the calculations of the number of faults per 100 km of line, the following was considered:

- 275 kV network, 116 km all located in ATSU;
- 220 kV network, 1756 km: 320 km in ATCE and 1436 km in ATCN;
- 110 kV network, 2695 km: 593 km in ATSU, 603 km in ATCE, 244 km in ATCN and 1085 km in ATNO; and,
- 66 kV network, 479 km: 306 km in ATSU and 173 km in ATCE.

In 2010 the 66 kV network of ATCE was out of service, therefore only 306 km of ATSU were taken into consideration in the calculations.

2. Pontas e volume de energia

A ponta simultânea do sistema atingiu 534 MW contra os 481 MW do ano anterior, o que representa um crescimento de 11% relativamente a 2009. A energia transitada no sistema, desde os pontos de aquisição pelo Operador do Mercado até aos pontos de entrega para a Distribuição, registou um crescimento na ordem de 11%, passando de 2,667 para 2,955 GWh.

2. Maximum Demands and Volumes of Energy

The simultaneous MD of the system reached 534 MW against 481 MW the previous year, representing an increase of 11% relatively to 2009. The energy flow in the system, from the points of acquisition by the Market Operator to the Points of Delivery for Distribution, registered an increase of 11%, from 2,667 to 2,955 GWh.



3. Continuidade de Serviço

3. Continuity of supply

Continuidade de Serviço	Caracterização da continuidade de fornecimento de energia eléctrica avaliada pelo número e duração das indisponibilidades nos pontos de entrega (PDE's)	Esta continuidade pode ser analisada com indicadores individuais (por ponto de entrega) e Indicadores Gerais (por Área de Transporte e global)
--------------------------------	---	--

Continuity of Supply	Characterization of the continuity of supply of electrical energy evaluated by the number and duration of interruptions in the Points of Delivery (Pod's)	This continuity can be analyzed with individual indicators (by point of delivery) and General Indicators (by Area of Transmission and Global)
-----------------------------	---	---

3.1. Indicadores Individuais

A falta de painéis de protecção em algumas linhas de média tensão, principalmente na ATSU, fez com que muitos defeitos nessas linhas fossem eliminados pelo transformador, tirando assim o ponto de entrega. Devido a esse facto e aliado aos defeitos fugitivos nas linhas CL71 e CL75 na ATCE que não possuem religadores automáticos, registaram-se em todos os pontos de entrega (nos 62 PDE's) da rede de transporte 4767 indisponibilidades contra 3814 indisponibilidades verificadas em 2009 o que representa uma subida de 25%.

O gráfico da figura 1 representa os 10 PDE's com maior número de indisponibilidade.

3.1. Individual indicators

The lack of protection bays in some medium voltage lines, mainly in ATSU, prompted that most of the faults in those lines be cleared by the power transformer, causing the outage of that Point of Delivery. Due to that fact, coupled by the fugitive faults in ATCE lines CL71 and CL75 that do not have auto-reclosers, 4767 outages were registered in all 62 Pod's against 3841 in 2009, an increase of 25%.

Figure 1 graph presents the 10 Pod's with the highest number of outages

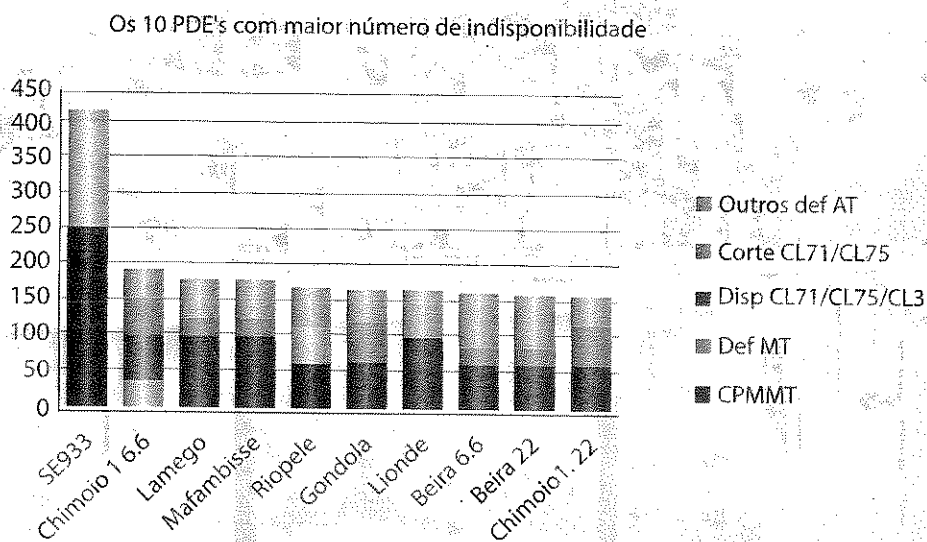


FIGURA 1:
Os 10 pontos de entrega com maior número de indisponibilidade
Points of Delivery with the highest number of interruptions



O ponto de entrega com maior indisponibilidade é o barramento de 33kV na SE9 (na ATSU), caracterizado por possuir linhas na saída sem nenhuma protecção, estando o transformador sujeito a eliminar todos os defeitos verificados nessas linhas, também, em caso de trabalhos nessas linhas, era solicitado pelos técnicos o desligamento (corte) do transformador deixando fora todos os consumidores deste PDE, situação semelhante verificou-se no PDE de Riopele. No entanto, para o PDE de Lionde o elevado número de indisponibilidade foi devido a defeitos fugitivos da linha CL3(Macia Lionde) e da linha CL1 (Infulele - Macia).

A mudança da configuração de operação na ATCE do sistema em anel para radial, devido as obras de reabilitação da subestação da Munhava, fez com que os PDE's desta área que estão no corredor da Beira (Beira I e Beira II), nomeadamente Chimoio 1 (CH1), Mafambisse (MAF) Dondo (DON), Lamego (LAM), Inchope (INC) e Gondola (GON) liderassem a lista dos PDE's com maior número de indisponibilidades.

O elevado número de indisponibilidades nesta Área, para além da configuração, teve como causas cortes das linhas CL71 (Mavuzi - Munhava) e CL75 (Chibata - Munhava) no âmbito da reabilitação da subestação de Munhava (Beira) aliado aos disparos fugitivos das mesmas linhas que por não ter religadores automáticos, cria interrupção no fornecimento de energia nos PDE's. Na ATCE, o ponto de entrega de Chimoio 1 registou a interrupções no barramento de 6.6kV devido a defeitos nas linhas a ele associadas.

The point of delivery with the highest number of outages is the 33 kV bus bar in SE9 (in ATSU), characterized by outgoing lines without any protection, subjecting the power transformer to clear out all the faults in these lines. In case of maintenance works also, a switch off of the transformer was requested, leaving out all the consumers of this Pod. A similar situation was recorded in Riopele Pod. Meanwhile, the higher number of outages in Lionde Pod was due to fugitive faults in CL3 line (Macia - Lionde) and CL1 line (Infulele - Macia).

The change of the operating configuration in ATCE system from ring to radial, due to works of refurbishment of Munhava substation, made the Pod's of this Area, which are along Beira Corridor (Beira I and Beira II), namely, Chimoio 1 (CH1), Mafambisse (MAF), Dondo (DON), Lamego (LAM), Inchope (INC) and Gondola (GON) to lead the list of the Pod's with the highest number of outages.

The higher number of outages in this Area, besides the configuration, had as causes, interruptions of CL71 (Mavuzi - Munhava) and CL75 (Chibata - Munhava) lines, under the refurbishment of Munhava substation (Beira), coupled by the fugitive trippings of the very same lines from lack of out-reclosers, which hampered the power supply to these Pod's. In ATCE, the Chimoio1 point of delivery registered outages in the 6.6 kV bus bar from faults associated with these bus bar's lines.

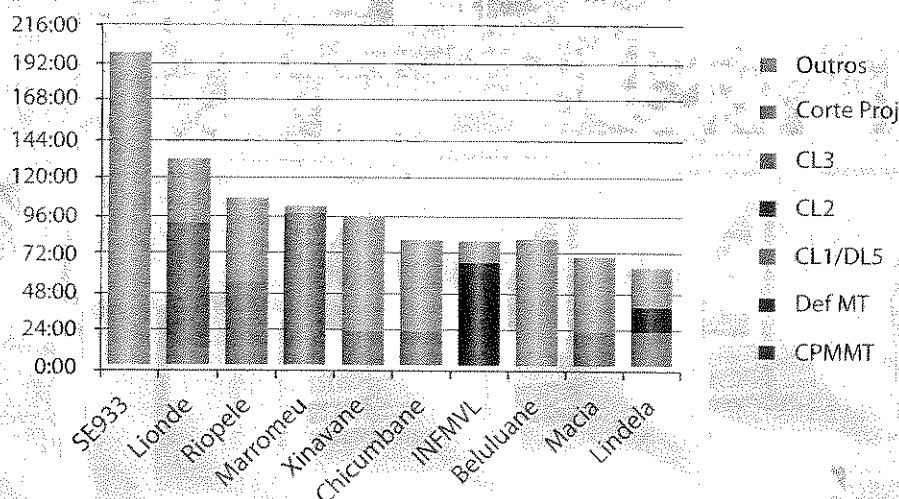


FIGURA 2:
Os 10 PDE's com maior tempo de indisponibilidade
The 10 PDE's with higher time of interruptions





Verificou-se também em 2010 um aumento da duração total das indisponibilidades comparativamente a 2009, tendo sido 2387:03h contra 2328:04 horas o que representou um aumento de 3%. O gráfico da figura 2 apresenta os 10 pontos de entrega com maior tempo de indisponibilidade.

O mau estado das linhas de média tensão, foi determinante para o aumento do tempo de indisponibilidade no barramento de 33kV na SE9, o que pôe este PDE a liderar a lista de maior duração de indisponibilidades.

Os disparos da DL5 associados a avaria da mesma linha, contribuíram para o aumento do tempo de indisponibilidade do PDE de Riopele. Salientar que os consumidores destes pontos de entrega eram alimentados a partir da Manhiça.

Os defeitos na CL3 contribuíram para o aumento das indisponibilidades no PDE de Lionde, que teve a particularidade de ter sido alimentado a partir da Macia por uma linha de média tensão (a 33kV) desde Abril de 2009 a Julho de 2010 por avaria do transformador.

O elevado tempo de indisponibilidade do PDE de Marromeu está associado a trabalhos solicitados pelo empreiteiro, para reposição de torres e conclusão da construção da linha. Recordar que em 2008 a linha teve queda de torres na travessia do rio Zambezi, tendo sido colocado provisoriamente torres de madeira.

Na Linha Sul CL1 (linha Infulene – Macia) os defeitos na móvel de Xinavane (instalada por um T-Off na CL1 e sem protecções na entrada do transformador) contribuíram no aumento do tempo de indisponibilidade nos PDE's de Xinavane, Macia, Chicumbane e Lindela.

O PDE de Chicumbane, para além do efeito da CL1, teve a avaria do mecanismo do regulador de tensão do transformador nos dias 16 à 18 de Junho, tendo resultado num tempo de interrupção de fornecimento de 31:57h. O PDE da Macia viu acrescido o tempo de indisponibilidade devido a CL1 como já foi acima referenciado acrescido pela avaria do mecanismo do disjuntor do transformador em Fevereiro de 2010.

O elevado tempo de indisponibilidade do PDE de Beluluane é devido a avaria na DL1 (Infulene – Matola Gare – Boane) que alimenta esta subestação por um T-off. O mau tempo que se verificou em Março de 2010, provocou avarias nesta linha caracterizada pela queda de torres e rompimento de condutores.

O PDE da Macia viu acrescido o tempo de indisponibilidade devido a CL1 como já foi acima referenciado acrescido pela avaria do mecanismo do disjuntor do transformador em Fevereiro de 2010.

In 2010 there was also an increase in the total duration of the outages comparatively to 2009, 2387:03h against 2328:04h, which meant an increase of 3%. Figure 2 graph presents the 10 points of delivery with the largest outage duration.

The dire medium voltage line status was determinant to the increase of the outage time in SE9 33 kV bus bar which placed this Pod to lead the list of the highest outages duration.

The DL5 trippings, coupled by its breakdown, contributed to the increase of the outage time of the Riopele Pod. Is to be noted that the consumers of this Pod were alternatively supplied from Manhiça.

The faults in CL3 contributed to the increase of outage of Lionde Pod, which had the particularity of being supplied from Macia through a medium voltage line (33 kV) since April 2009 up to July 2010 due to power transformer breakdown.

The higher outage time in Marromeu Pod is associated with works requested by the contractor to restore the towers and conclude the construction of the line. Is to be recalled that in 2008 this line had its towers fallen across Zambezi River, and temporarily wooden towers were placed.

The faults in the Xinavane mobile substation (installed by a T-OFF in CL1 and without protection in the power transformer entry) contributed to the increase of the outage time in the South line CL1 (Infulene – Macia line) Pod's, namely, Xinavane, Macia, Chicumbane, Lionde and Lindela.

Besides CL1 effects, Chicumbane Pod had a breakdown of the voltage tap changer mechanism of the power transformer, between June 16 and 18, resulting in an outage time of 31:57h. Macia Pod registered an increase of its outage time due to CL1 as already mentioned above, coupled by the breakdown of the power transformer circuit breaker mechanism in February 2010.

The higher outage time of Beluluane Pod is due to the breakdown of DL1 line (Infulene – Matola Gare – Boane), which supplies this substation through a T-OFF. The bad weather that took place in March 2010 caused damages in this line characterized by fallen towers and cables severance.

Macia Pod scored a higher outage time due to CL1 unavailability as mentioned earlier, coupled with the breakdown of the power transformer circuit breaker mechanism in February 2010.

Contrariamente a lista dos 10 PDE's com maior número de indisponibilidade que é liderada pela ATCE, na duração de indisponibilidades, todos os PDE's são da ATSU, a excepção de Marromeu, em virtude de avarias ocorridas, enquanto que na ATCE as interrupções eram de curta duração resultantes de disparos fugitivos na rede de 110kV e de cortes para sincronização com o sistema da HCB.

Contrary to the list of the 10 Pod's with largest outages led by ATCE, in the time of outages all of the Pod's belong to ATSU, with the exception of Marromeu, from the registered breakdowns, while in ATCE the interruptions were short lived resulting from fugitive trippings in the 110 kV network and interruptions to synchronize with HCB system.

3.2. Indicadores Gerais

3.2. General indicators

A rede nacional de transporte é caracterizada pela prevalência de linhas longas e radiais, e muito vulneráveis às intempéries. A idade de algumas infraestruturas com mais de 30 anos, e o aumento dos níveis de carregamento do sistema, resultam no aumento de avarias e interrupções no fornecimento de energia, sobretudo durante as trovoadas e ventos fortes. É exemplo disto o incidente do dia 17 de Março, que causou a interrupção do fornecimento de energia eléctrica as províncias de Gaza e Inhambane por mais de 4 horas, onde o factor "localização do defeito" em pleno mau tempo se tornou crucial para a reparação e restabelecimento de energia.

The national transmission network is characterized by long radial lines and too vulnerable to adverse weather conditions. The age of some infrastructure with over 30 years and the increase of system loading levels result in the increase of breakdowns and consequent interruptions of the power supply, especially during thunderstorms and strong winds. The March 17 incident is an example of that, which caused power supply interruption to Gaza and Inhambane provinces for more than 4 hours, where the fault location factor under severe weather turned crucial to reparation and restoration of the power supply.

Outro factor digno de realce foram os disparos dos transformadores da ATSU devido a problemas das linhas de média tensão que não possui protecções.

Another factor worth of mention were the trippings of ATSU power transformers due to problems of the medium voltage lines without protections.

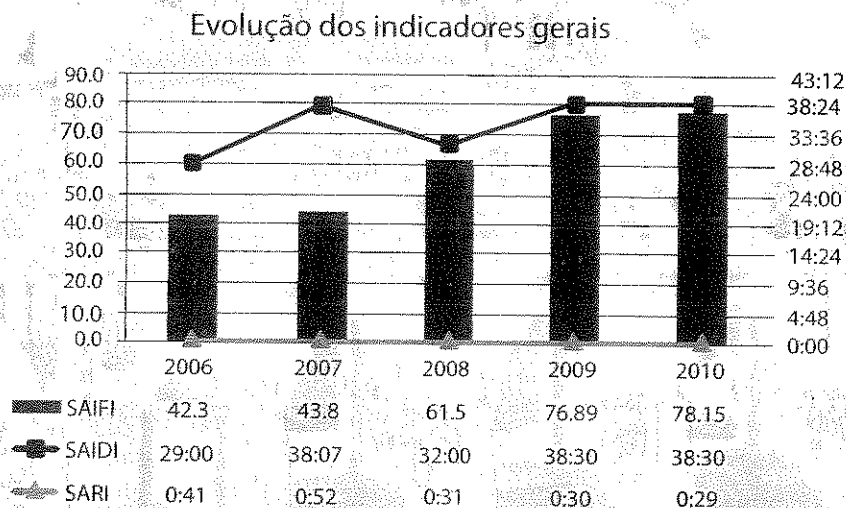


FIGURA 3:
Evolução dos indicadores gerais
Evolution of the General Indicators





É de assinalar grandes incidentes caracterizados por avarias na rede de transporte como é o caso do incidente do dia 17 de Março que causou a interrupção do fornecimento de energia eléctrica as províncias de Gaza e Inhambane por mais de 4 horas. Este incidente caracterizou-se pela Explosão de uma caixa terminal na subestação móvel instalada por uma ramificação da linha sul (CL1 – Infulene – Macia) e o defeito no transformador foi eliminado pela CL1. A demora na reposição da linha foi devido ao mau tempo que se fazia sentir e a localização das equipas especializadas para abertura dos fiadores e isolamento do transformador.

Estas ocorrências, contribuíram no agravamento dos indicadores de continuidade de serviço nomeadamente a Frequência Média de Interrupções (SAIFI), e a Duração Média das Interrupções (SAIDI), enquanto que o Tempo Médio de Reposição de Serviço (SARI) manteve-se comparativamente a 2009.

O gráfico da figura 3 ilustra a evolução dos indicadores de continuidade de serviço nos últimos 5 anos.

Nota-se um comportamento estacionário dos indicadores gerais de 2009 a 2010, o que pode indiciar a saturação do sistema, em que se requer o desenvolvimento de novas infra-estruturas de reforço da rede de transporte para melhorar os níveis de qualidade de serviço, num contexto em que se verifica um grande crescimento da demanda e um envelhecimento cada vez maior das principais infra-estruturas da rede primária.

Is also to consider the great incidents characterized by breakdowns in the transmission network such is the case of the March 17 incident which caused an interruption of the power supply to Gaza and Inhambane provinces for more than 4 hours. This incident was characterized by a terminal box explosion in the mobile substation installed through a T-OFF of the South line (CL1 – Infulene – Macia) whose fault in the power transformer was cleared by CL1. The delay in the restoration of the line was caused by the prevailing bad weather that conditioned the specialized teams to locate and open the drop out to isolate the power transformer.

These occurrences contributed to the worsening of the continuity of supply indicators, namely, System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), System Average Interruption Duration Index (SAIDI), while the System Average Restoration Index (SARI) was kept comparable to 2009.

Figure 3 graph illustrates the continuity of supply indicators of the last 5 years.

A stationary performance is notable in the general indicators from 2009 to 2010, which may point out a saturation of the system, whereby the development of new infrastructures to reinforce the transmission network to improve the levels of the quality of service is required, in a context in which a huge demand growth and an accentuated ageing of the main infrastructures of the primary network is verified.

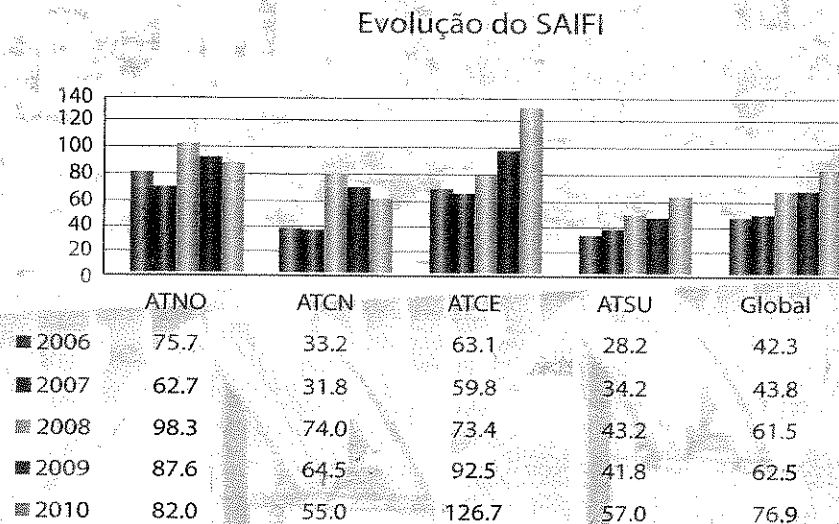


FIGURA 4:
Evolução da frequência média de interrupção
Evolution of the System Average Interruption Frequency Index

O gráfico da figura 4 mostra a evolução deste indicador nos últimos 5 anos em todas Áreas de Transporte, onde a frequência média de interrupções (SAIFI) registou um acréscimo global de 23%.

Do gráfico da figura 4 é notória a tendência decrescente deste indicador nos últimos 3 anos nas Áreas de Transporte Norte e Centro Norte e uma tendência crescente nas Áreas de transporte Sul e Centro.

A influência das Áreas de Transporte Sul e Centro na frequência média de interrupção é sentida no aumento deste indicador no global, que também mostrou uma tendência crescente nos últimos 3 anos. Comparativamente a 2009 o SAIFI na ATNO teve uma melhoria na ordem de 11%, 13% na ATCN enquanto que as Áreas de transporte SUL e Centro viram o SAIFI a piorar em 36 e 37%, respectivamente.

Os investimentos na rede de transporte na Área de Transporte Centro-Norte, caracterizados pela substituição de transformadores de medida, isoladores e desmatação das linhas, têm resultado numa melhoria no fornecimento de energia eléctrica, particularmente na diminuição da frequência de interrupções. A boa performance da rede da ATCN é sentida na ATNO, uma vez que esta área depende directamente da ATCN.

Figure 4 graph shows an evolution of this indicator in the last 5 years in all Areas of Transmission, where the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) registered a global rise of 23%.

The decreasing tendency of this indicator in the last 3 years is notable from figure 4 graph, in the Areas of Transmission North and Centre – North, while in the Areas of Transmission South and Centre there's a growing tendency.

The influence of the Areas of Transmission South and Centre in the System Average Interruption Frequency is felt in the increase of this indicator in global, which has also shown some growing tendency in the last 3 years. Comparatively to 2009 SAIFI in ATNO had an improvement of the order of 11%, 13% in ATCN, while in the Areas of Transmission South and Centre aggravated by 36 and 37%, respectively.

The investments in the transmission network in the Area of Transmission Centre – North, characterized by the replacement of the measuring transformers, insulators and servitude bush clearing, have resulted in the improvement of the power supply, particularly in the decreasing of the frequency of interruptions. The good performance of the ATCN network is felt in ATNO, for this Area depends directly from ATCN.

Evolução do SAIDI

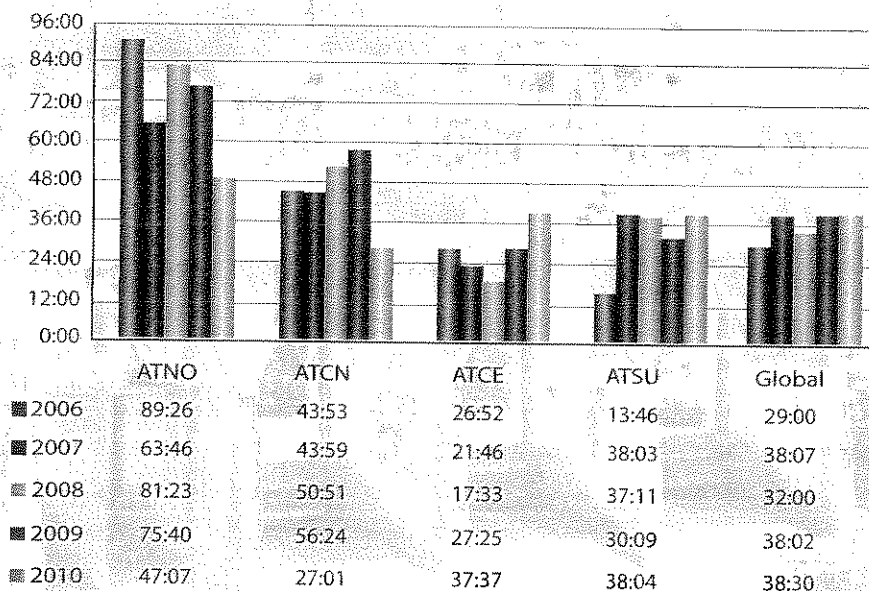


FIGURA 5:
Evolução da Duração Média da Indisponibilidades (SAIDI)
Evolution of the System Average Interruption Duration Index (SAIDI)





No gráfico da figura 5 está representada a evolução do SAIDI nos últimos 5 anos, onde se regista uma estagnação à volta de 38:00h nos últimos quatro anos, à excepção de 2008 em que este indicador se situou em 32:00h.

As 38h e 30min de Duração média de interrupção verificadas no geral, correspondem a uma fiabilidade de continuidade de serviço de 99.56%.

Comparativamente a 2009, as áreas de Transporte Norte e Centro-Norte, tiveram uma melhoria de 37.7 e 52.1%, respectivamente, tendo representado o melhor valor deste indicador nos últimos anos. O facto de não ter havido em 2010 nenhuma avaria de equipamentos da rede de transporte, contribuiu significativamente na melhoria deste indicador nestas áreas.

Os incidentes verificados na Área de Transporte Sul resultantes de avaria do mecanismo de regulação de tensão do transformador de Chicumbane e Macia e devido ao mau tempo verificado em Março (mais incidentes no capítulo 6) fizeram com que esta Área registasse um aumento da duração média das indisponibilidades em 26.2%. As 38h e 4min verificados representam o pior SAIDI desta área nos últimos 5 anos.

O incidente de 29 de Outubro na Munhava caracterizado pelo rompimento de um fiador na CL75 aliado a falta de localizador de defeitos nas linhas causou uma indisponibilidade de mais de 30 horas. Este facto, associa-se aos cortes constantes no âmbito da reabilitação da SE da Munhava e mudança de isoladores nas linhas CL71 e 75, e fez com que o SAIDI da ATCE registasse um aumento de 37.2% o que representa o pior índice deste indicador nesta área dos últimos 5 anos.

Contudo, comparando o número de indisponibilidades com a duração das mesmas, verificou-se no global que o tempo médio de reposição de serviço (SARI) melhorou. O gráfico da figura 6 representa a evolução do SARI nos últimos 5 anos.

A ATCN foi a que teve uma grande melhoria comparativamente a 2009 seguida da ATNO que foi de 44 e 33%, respectivamente. Estas áreas tiveram o melhor tempo de reposição de sempre.

A ATSU, também teve um tempo de reposição menor relativamente a 2009 em 7%.

A ATCE manteve o tempo de reposição verificado em 2009, enquanto no global o tempo de reposição melhorou em 18% comparativamente a 2009.

Figure 5 graph is showing the evolution of SAIDI in the last 5 years, where a stagnation around 38:00h is registered in the last 4 years, excepting in 2008 where this indicator was at 32:00h.

The 38h and 30min of average duration of interruption scored in general correspond to a reliability of the continuity of service of 99.56%.

Comparatively to 2009, the Areas of Transmission North and Centre-North had an improvement of 37.7% and 52.1%, respectively, achieving the best figure for this indicator in the last years. The fact that no transmission network equipment registered any breakdown in 2010 contributed significantly to the improvement of this indicator in these Areas.

The recorded incidents in the Area of Transmission South resulting from the breakdown of the voltage tap changer mechanism of the Chicumbane and Macia power transformers due to bad weather registered in March (more about incidents in Chapter 6) made this Area to register an increase in the average duration of interruptions by 26.2%. The 38h and 4min scored, represented the worst SAIDI of this Area in the last 5 years.

The October 29 incident in Munhava characterized by the severance of the drop out on CL75, coupled by the lack of faults locator in the lines caused an interruption of more than 30 hours. This fact, associated with the constant interruptions under the scope of the refurbishment of Munhava substation and replacement of insulators along CL71 and CL75, increased the ATCE SAIDI by 3%, which represents the worst index of this indicator in this Area in the last 5 years.

Nevertheless, comparing the number of interruptions with their durations, in global the System Average Restoration Index (SARI) improved. Figure 6 graph illustrates the SARI evolution in the last 5 years.

ATCN, with 44% had the major improvement comparatively to 2009, followed by ATNO with 33%, respectively. These Areas scored the best restoration times ever.

ATSU also had a lesser restoration time relatively to 2009 by 7%.

ATCE held the restoration time attained in 2009, while in global the restoration time improved by 18% comparatively to 2009.

3.1

A en
terr
rida
razo
po
den
cres
indi
vez
no c
neç
forç
de e
Nes
ject
linh
dos
dev
lhos
de u
prec
O au
para

Evolução do SARI

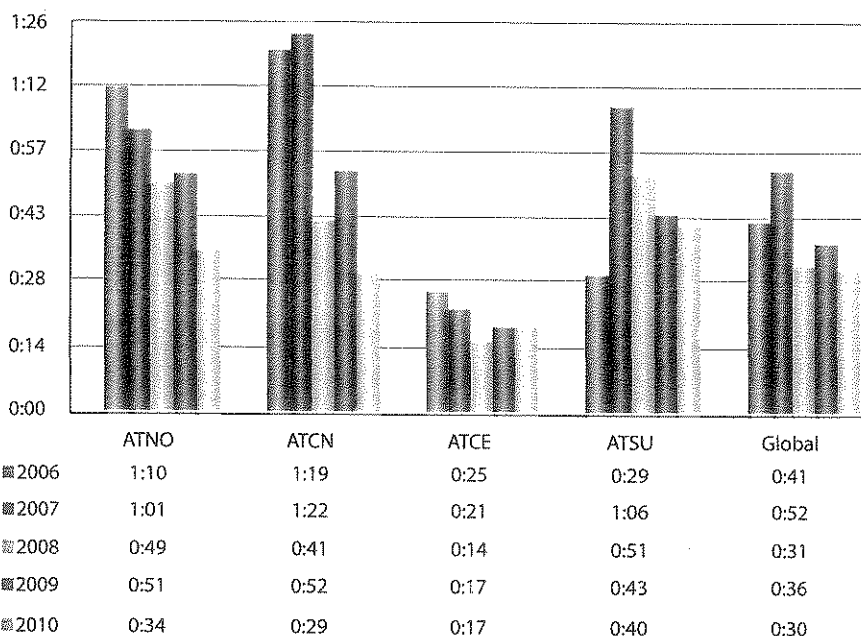


FIGURA 6:
Evolução do Tempo Médio de Reposição de Serviço
Evolution of the System Average Restoration Time

3.3. Energia não fornecida

A energia não fornecida é uma função da potência interrompida e da duração das indisponibilidades ocorridas no sistema. Ainda que se possa alcançar níveis razoáveis de duração das indisponibilidades e do tempo médio de reposição do serviço, o crescimento da demanda no sistema irá resultar efectivamente num crescimento da energia não fornecida. Como tal, este indicador visa essencialmente ilustrar o impacto cada vez maior que as interrupções de serviço vão tendo no desempenho económico da EDM, o que justifica a necessidade de redobrar esforços na reabilitação e reforço das infraestruturas de transporte e distribuição de energia.

Neste contexto, torna-se necessário implementar projectos que gradualmente confirmem redundância nas linhas e subestações, de modo a reduzir o impacto dos cortes e das perturbações na rede. Por outro lado, deve ser explorada cada vez mais a técnica de trabalhos em tensão na manutenção da rede, como forma de mitigar as vulnerabilidades próprias duma rede predominantemente radial como a RNT.

O aumento da carga na rede de transporte, contribuiu para um aumento do volume de energia não forneci-

3.3. Non – Delivered Energy

The non-delivered energy is a function of interrupted power and its duration in the system. Notwithstanding that reasonable level of outages duration and the average restoration times can be attained, the demand growth in the system will effectively result in the increase of non – delivered energy. As such, this indicator essentially aims to illustrate the growing impact the service interruptions inflict in the economic performance of EDM, which calls for the redoubling of the efforts in the refurbishment and re-enforcement of the power supply transmission and distribution infrastructures.

In this context, it becomes supremely necessary to implement the projects that steadily will assure redundancy on the lines and substations, in order to curb the impacts of interruptions and disturbances in the network. On the other hand, the live voltage work techniques must be further explored, as a way to mitigate the self-vulnerabilities of a network predominantly radial such as the National Transmission Network - NTN.

The demand growth in the transmission network contributed to the increase of the volumes of non



da no sistema, aliado a defeitos na rede, cortes para manutenção correctiva e preventiva, e cortes inseridos em projectos de melhoramento da rede como foi o caso da reabilitação da subestação da Munhava. Assim em 2010 o volume de energia não fornecida (ENF) foi de 15.70GWh, 29.4% acima da energia não fornecida em 2009.

O gráfico da figura 7 apresenta a evolução da energia não fornecida e a ponta na rede de transporte.

– delivered energy in the system, coupled with the faults in the network, interruptions for corrective and preventive maintenance, and interruptions under network betterment projects such as that of refurbishment of Munhava substation. Thus, in 2010 the volume of non – delivered energy (NDE) was 15.07 GWh, 29.4% more than in 2009.

Figure 7 graph presents the evolution of non – delivered energy and the transmission network MD.

De
são
de
po
A é
na
orc
pat
áre

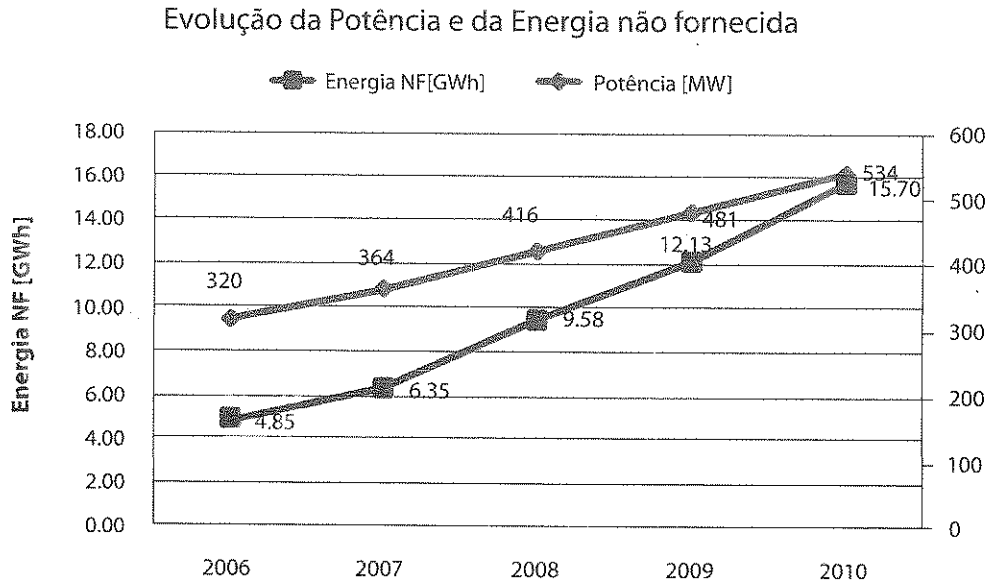


FIGURA 7:
Evolução da energia não fornecida e da potência na rede de transporte
Evolution of non-delivered energy and MD in the transmission network

Distribuição do volume de energia não fornecida em 2010

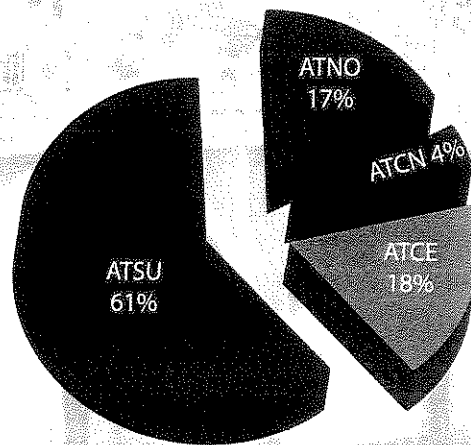


FIGURA 8:
Distribuição por AT da energia não fornecida em 2010
Distribution by AT of the non-delivered energy in 2010

mini
pass
O gr
não
Noic
em z
de p
ções
em c
nadc
do ei

Dos 534MW de ponta verificada em 2010, 345MW são da ATSU, razão pela qual em termos de volume de energia não fornecida, 61% foi nesta área, como se pode ver no gráfico da figura 8.

A área de transporte centro verificou o maior aumento na energia não fornecida comparativamente a 2009 na ordem dos 162.1%, passando de 1.087GWh em 2009 para 2.85GWh não fornecidos em 2010, enquanto que a área de transporte Centro-Norte foi a que teve maior di-

Of the 534 MW of MD registered in 2010, 345 MW pertains to ATSU, reason why in terms of the volume of non-delivered energy, 61% was in this Area, as shown in figure 8 graph.

The Area of Transmission Centre registered the major increase in the non-delivered energy comparatively to 2009 in the order of 162.1%, stepping up from 1.087 GWh in 2009 to 2.85 GWh in 2010, while the Area of Transmission Centre – North had the major decrease

Evolução da energia não fornecida

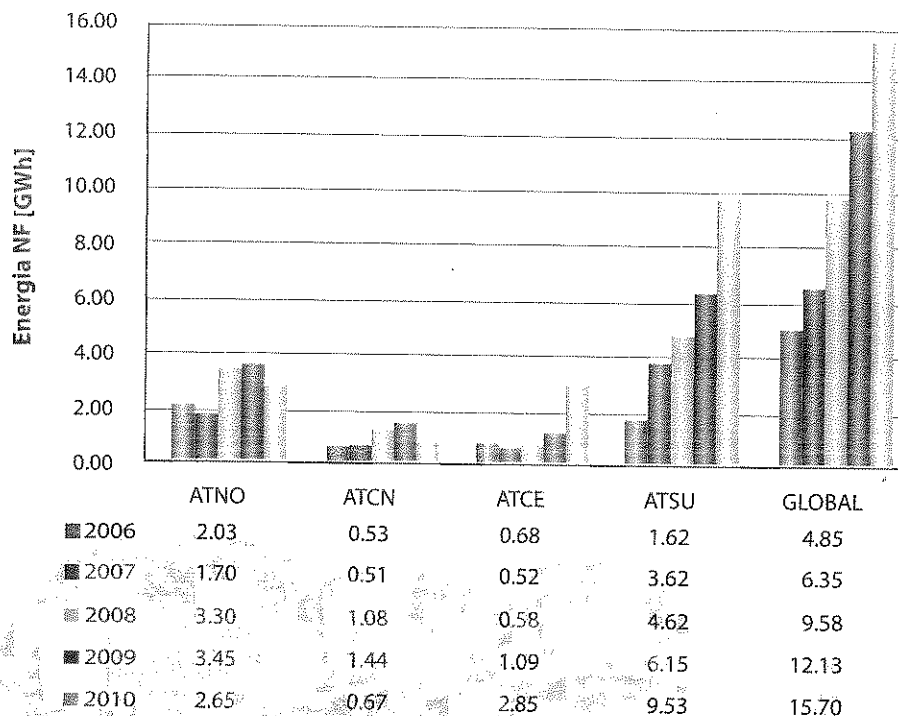


FIGURA 9:
Evolução da energia não fornecida
Evolution of the non – delivered energy

minuição da energia não fornecida na ordem de 53.9%, passando de 1.445GWh em 2009 para 0.666GWh 2010. O gráfico da figura 9 apresenta a evolução da energia não fornecida nos últimos 5 anos.

No que se refere ao aumento da energia não fornecida em 2010 na ATSU justifica-se pela ausência de sistemas de protecções nas saídas de média tensão das subestações SE9 e da Móvel do Infulene pelo que os defeitos em qualquer uma das linhas de média tensão são eliminados pelas protecções dos transformadores resultando em elevados volumes de energia interrompidos.

in the order of 53.9%, stepping down from 1.445 GWh in 2009 to 0.666 GWh in 2010. Figure 9 graph presents the evolution of the non-delivered energy in the last 5 years.

Regarding the increase of the non – delivered energy in 2010, in ATSU is justifiable by the absence of the protections systems in the medium voltage outlets – in SE9 substation and Infulene Mobile, being that the faults in any of these medium voltage lines are cleared by the power transformer protections resulting in huge volumes of interrupted energy.





Na ATCE o aumento da energia não fornecida foi devido ao incidente verificado no dia 29 de Outubro na SE da Munhava, como foi refenciado anteriormente.

Com efeito, os incidentes na rede bem como os cortes para e/ou defeitos para trabalhos para média tensão, contribuíram em grande para o aumento da energia não fornecida, como se pode ver no gráfico da figura 10 onde estão representados os 10 pontos com maior volume de energia não fornecida.

in ATCE the increase in non – delivered energy was due to the incident registered in October 29 at Munhava substation, as mentioned earlier.

Therefore, the incidents in the network as well as the interruptions from faults and/or works in the medium voltage, largely contributed in the non – delivered energy, as shown in figure 10 graph where the 10 points of delivery with the highest volumes of non – delivered energy are presented.

Os 10 pontos com maior volume de ENF

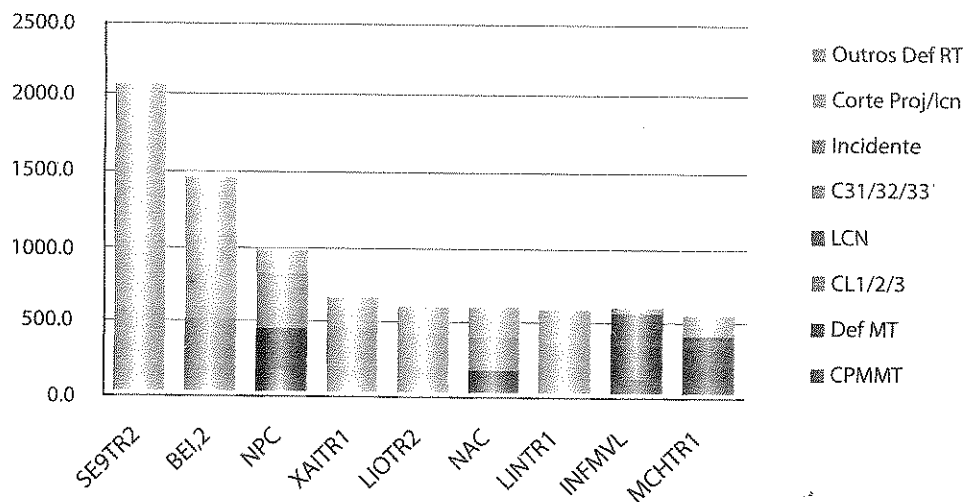


FIGURA 10:

Os 10 PDE's com maior volume de energia não fornecida

The 10 points with the major volumes of non – delivered energy

Como já foi verificado o barramento de 33kV na SE9 é que apresenta um maior número de indisponibilidades, maior tempo de indisponibilidade e por ter uma carga elevada, também apresentou o maior volume de energia não fornecida.

O incidente do dia 29 de Outubro na Beira que teve uma duração de mais de 30h correspondeu a uma energia não fornecida de 469.4 MWh, o que fez com que este ponto de entrega ficasse na lista dos PDE's com maior volume de energia não fornecida.

No caso de Nampula, os 28MW de ponta aliados ao facto de se localizar no fim da LCN faz com que o volume de energia não fornecida seja elevado, colocando este PDE na lista dos 10 PDE's com maior volume de energia não fornecida.

O impacto das interrupções da CL1, CL2 e CL3 são sentidos nos PDE's de Chicumbane, Lionde e Lindela,

As already mentioned the SE9 33 kV bus bar presented the highest number and duration of interruptions, which coupled with the big load, also rendered the major volume of non – delivered energy.

The October 29 incident in Beira which lasted for more than 30h corresponded to a non – delivered energy of 469.4 MWh, placing this Pod in the list of the Pod's with major volumes of non – delivered energy.

In the case of Nampula, the 28 MW of MD coupled with its location at the extreme end of the LCN made the non – delivered energy to be high, placing this Pod in the list of the 10 Pod's with the major volumes of non-delivered energy.

The impact of interruptions in CL1, CL2 and CL3 are felt in the Pod's of Chicumbane, Lionde and Lindela, which

que aparecem na lista dos PDE's com maior volume de energia não fornecida.

A energia não fornecida pelo PDE de Lionde foi fornecida pelo PDE da Macia por uma linha de 33kV que interliga estes dois PDE's.

A semelhança da SE9, os cortes e/ou disparos do transformador motivados pelas linhas de média tensão, influenciaram no volume de energia não fornecida na móvel de Infulene que alimenta Khongolote.

O corte para a reparação das celas de média tensão na SE da Machava, contribuiu para o elevado volume de energia não fornecida deste PDE.

Os 15.9GWh não fornecidos, representaram a não facturação de 34,400,979.0 MZM (trinta e um milhões e quatrocentos mil e novecentos e setenta e nove metcaís).

appear in the list of the Pod's with major volumes of non – delivered energy.

The energy not delivered by Lionde Pod was alternatively supplied by Macia Pod through a 33 kV line that interconnects these two Pod's.

Similar to SE9, the interruptions and/or trippings of the power transformer caused by the medium voltage lines, influenced in the volume of non – delivered energy in the Infulene mobile substation that supplies Khongolote.

The interruption to repair the medium voltage bays in Munhava substation, contributed to the higher volume of non – delivered energy in this Pod.

The 15.9 GWh not delivered represent a lost billing of a staggering 34,400,979.0 MT (thirty e one millions, four hundred thousands; nine hundreds and seventy nine Metcaís).

Perfil de tensão da C34 em NP2

— U médio — U mínimo — U máximo

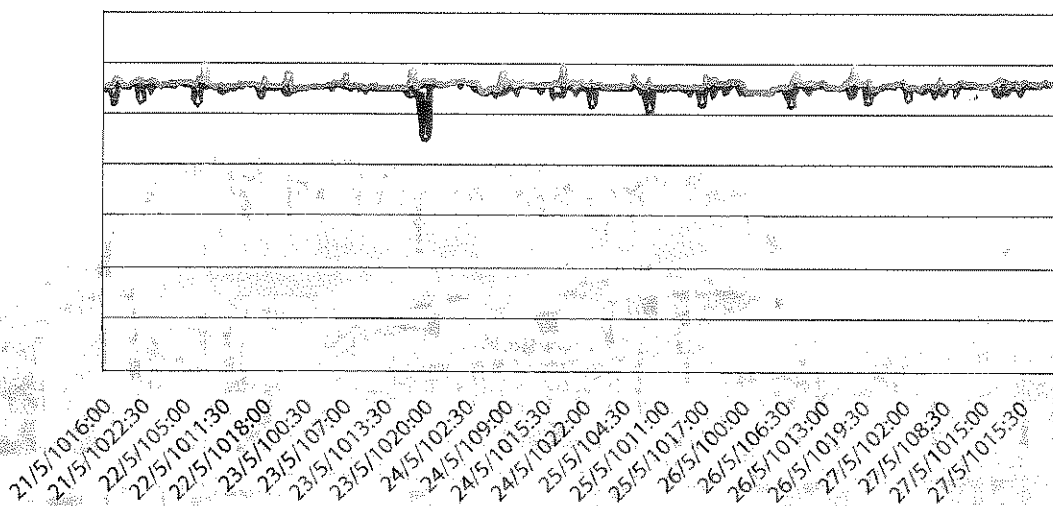


FIGURA 11:
Perfil da tensão na C34 em Nampula 220
Voltage profile in C34 line in Nampula 220



4. Qualidade de Fornecimento

4. Quality of Supply

4.1. Qualidade da Onda de Tensão

O monitoramento da qualidade de onda de tensão em 2010, foi concentrado na identificação da origem da problemática das cavas de tensão verificadas na subestação de Moma as quais foram reportadas pela Kenmare cuja monitoria vem sendo feita desde 2008.

Para além da monitoria da onda de tensão, fez-se a monitoria das harmónicas de tensão e da corrente nos dois extremos da linha, isto é na subestação de Nampula 220 e em Moma. Os gráficos abaixo mostram os resultados obtidos na monitoria.

4.1. Quality of the Voltage Waveform

The monitoring of the quality of the waveform in 2010 was concentrated in the identification of the voltage dips registered in Moma substation, reported by Kenmare whose monitoring dates back to 2008.

Besides the waveform monitoring, voltage and current harmonics in the two extreme ends of the line was made, i.e. in Nampula 220 and in Moma substations. The graphs below show the results obtained in that monitoring.

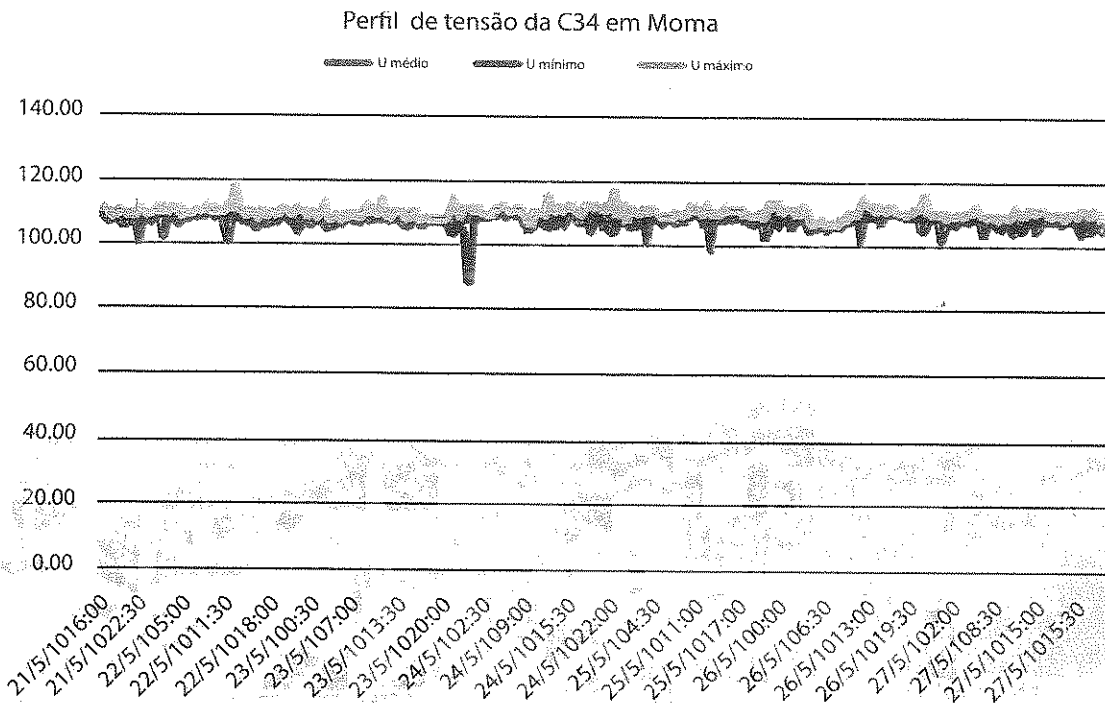


FIGURA 12:
Perfil da tensão da C34 em Moma
Voltage profile in C34 in Moma

Dos gráficos das figuras 11 e 12 pode-se notar que o perfil da tensão da C34 em Moma esteve ligeiramente a baixo dos 110kV, chegando mesmo a atingir os 88.8kV, 19% abaixo da tensão nominal, porém em média a tensão situou-se em 108kV.

Do monitoramento das harmónicas, verificou-se a prevalência da 5ª e 11ª harmónica.

From figures 11 and 12 graphs it's notable that the voltage profile of C34 in Moma was slightly under 110 kV, having even reached 88.8 kV, 19% under the nominal voltage, however, on average the voltage was 108 kV.

From the monitoring of the harmonics it was verified the prevalence of 5ª and 11ª harmonics.



5. Comportamento em Serviço dos Componentes e Equipamentos da Rede

5. Performance of the Main Network Components

Neste capítulo analisar-se-á o comportamento das componentes da rede de transporte nas subestações, como é o caso do sistema de protecção e transformadores, linhas de transporte e sistemas de comunicação.

In this chapter the performance of the transmission network components in the substations will be analyzed, such is the case of protection systems and transformers, as well as the transmission lines and the communication systems.

5.1. Subestações

5.1. Substations

O equipamento sobre o qual far-se-á a análise do seu comportamento dentro das subestações é o sistema de protecções e os transformadores de potência.

The equipment under which the analysis of its performance will be made inside the substations is the protection system and the power transformers,

5.1.1. Sistemas de protecção

5.1.1. Protections Systems

Em 2010 foram reportadas 1512 actuações dos sistemas de protecções contra 1031 em 2009 o que representa uma subida de 37.0%. O aumento da actuação das protecções deveu-se defeitos nas linhas de média tensão e aos defeitos fugitivos nas linhas de 110kV particularmente no tempo chuvoso, em virtude de estarem desprovidas de cabo de guarda e em alguns casos com isoladores de baixa qualidade.

In 2010, 1512 protections systems actuations were reported against 1031 in 2009, which represent an increase of 37.0%. The increase of the actuations of the protections systems was due to faults in the medium voltage lines and to fugitive faults in the 110 kV lines during rainy season, in virtue of being unprovided with surge arrester cable and in some cases with insulators of poor quality.

O gráfico da figura 13 apresenta a distribuição da origem das actuações dos sistemas de protecção.

Figure 13 graph presents the distribution of the origin of the actuations of the protective systems.

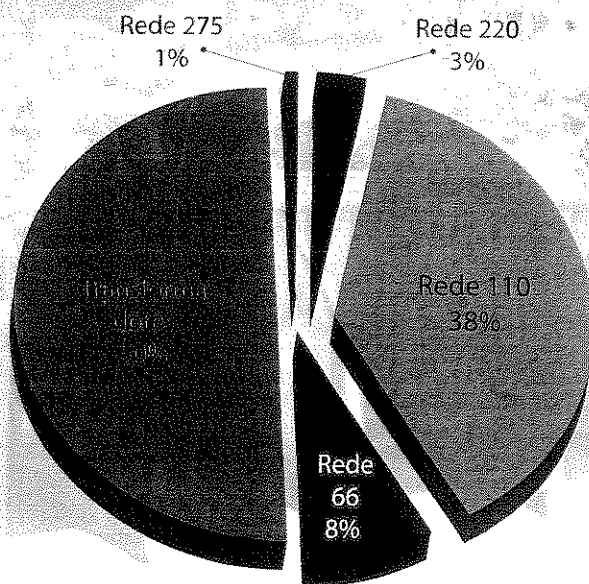


FIGURA 13:
Origem das actuações dos sistemas de protecção
Origin of the protections systems actuations



Do total dos defeitos verificados na rede de transporte cerca de 35.1% foram eliminados pelas protecções de distância ($Z<$). Seguem-se *outras protecções* com 21.3%, que se caracterizam por disparos dos transformadores devido a defeitos nas linhas de média tensão, seguindo-se a protecção de máxima intensidade primeiro escalão ($I>$) e segundo escalão com 17.3 e 13.2%, respectivamente. Com 9.2% do total das actuações foram defeitos de terra primeiro escalão ($Ig>$). As protecções de sobretensão ($U>$) e subtensão ($U<$) eliminaram 3.5 e 0.4% do total dos defeitos, respectivamente. O gráfico da figura 14 apresenta a distribuição da actuação das protecções.

Of the total of faults verified in the transmission system, around 35.1% were cleared by distance protections ($Z<$). The other type of protections with 21.3% come second characterized by trippings of transformers protections due to faults in the medium voltage lines, followed by the maximum intensity protections, first level ($I>$) and second level ($I>>$) with 17.3% and 13.2%, respectively. With 9.2% of the total of actuations were earth faults first level ($Ig>$). The over voltage ($U>$) and under voltage ($U<$) eliminated 3.5% and 0.4% of the total faults, respectively. Figure 14 graph portrays the distribution of the protections actuations.

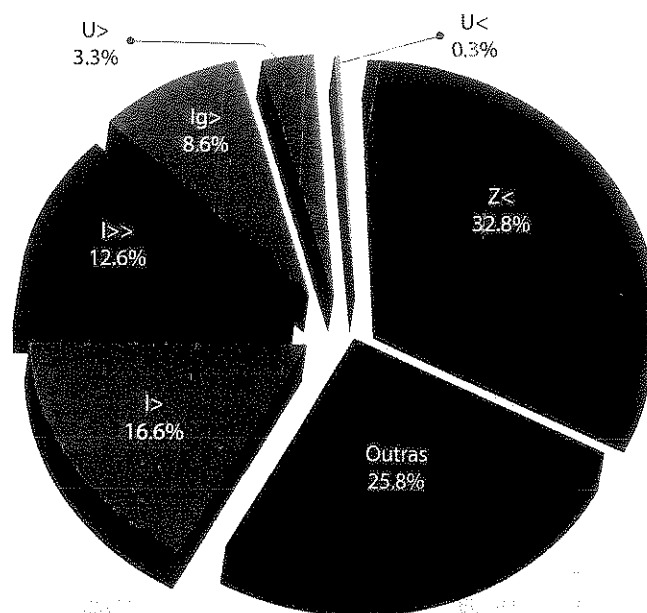


FIGURA 14:
Actuação dos Sistemas de Protecção
Protection system performance

Do total das actuações das protecções de distância, 85.4% são referentes aos defeitos da rede de 110kV, enquanto para as actuações por máxima intensidade primeiro e segundo escalão 70% foram defeitos eliminados pelas protecções dos transformadores causados por linhas de média tensão sem os respectivos sistemas de protecções na ATSU.

5.1.2. Índice de selectividade

A actuação das protecções dos transformadores devido a defeitos na rede de Média tensão, contribuiu para o aumento das actuações não selectivas no sistema de protecções onde registaram-se no total 201 actuações não selectivas que correspondem a 13.3% do total das actuações.

Of the total of distance protection actuations, 85.4% refer to faults of the 110 kV network, while for the maximum intensity, first and second level, 70% were faults eliminated by transformers protections caused by medium voltage lines without the respective protections systems in ATSU.

5.1.2. Index of Selectivity

The actuations of the transformers protections due to medium voltage faults contributed to the increase of non – selective actuations of the protection systems where in total, 201 non – selective actuations corresponding to 13.3% of the total actuations were registered.

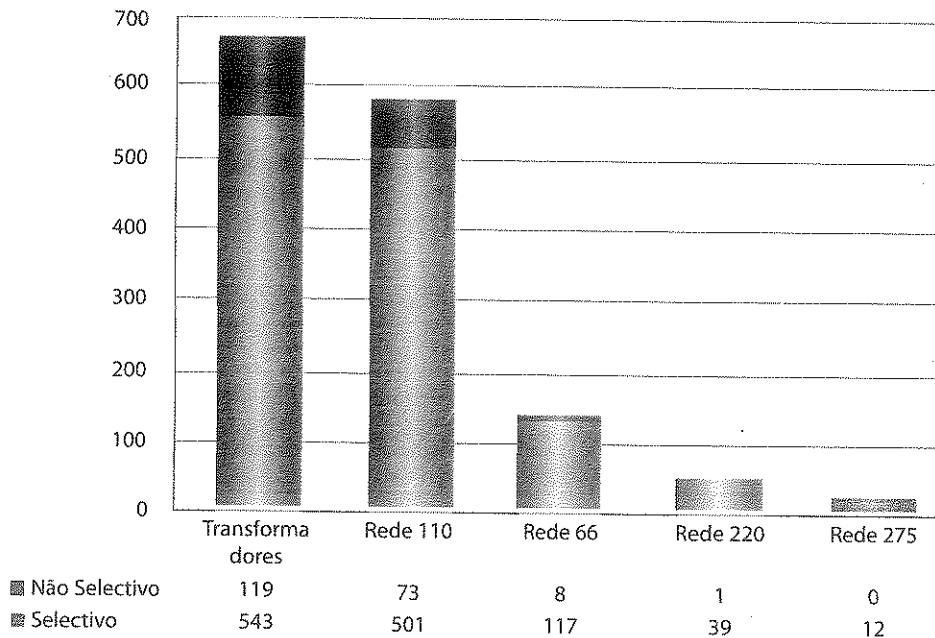


FIGURA 15:
Selectividades dos sistemas de protecção
 Selectivity of the protections systems

O gráfico da figura 15 apresenta o índice de selectividade dos sistemas de protecção.

A existência de subestações ao longo do corredor da Beira com protecções electromecânicas nas linhas de média tensão contribuiu negativamente no nível de selectividade dos sistemas de protecções da rede de transporte, diminuindo assim o grau de selectividade em 2010 que foi de 85.8% contra 92% verificado em 2009. O gráfico da figura 16 apresenta a evolução da selectividade nos últimos 4 anos.

Figure 15 graph presents the selectivity index of the protection systems.

The existence of substations along Beira Corridor with electromechanical protections in the medium voltage lines contributed negatively in the level of selectivity of the protection systems of the transmission network, thus decreasing the degree of selectivity in 2010 which was 85.8% against 92% in 2009. Figure 16 graph shows the evolution of the selectivity in the last 4 years.

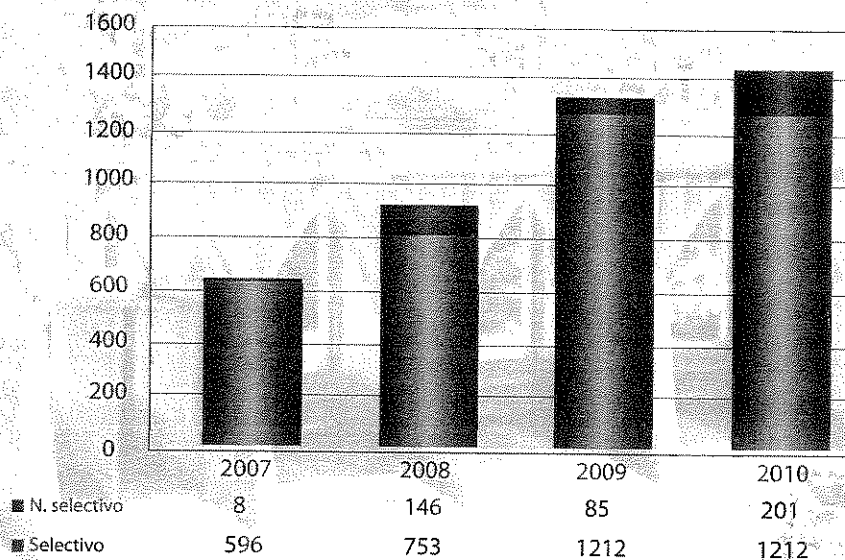


FIGURA 16:
Evolução da selectividade dos sistemas de protecção
 Evolution of the selectivity of the protections systems



A subida do número de actuações dos sistemas de protecção, está ligada ao desgaste da infra-estrutura antiga que carece de reabilitação.

5.1.3. Tempo de Actuação dos Sistemas de Protecções

Dos 1412 defeitos registados na rede, 605 (43%), foram eliminados no intervalo de tempo $0.4s < t < 1s$, que representam defeitos do primeiro escalão da protecção de máxima intensidade; 567 (40%) dos defeitos foram eliminados instantaneamente sendo constituídos pelos defeitos do primeiro escalão (zona 1) das protecções de distância e o segundo escalão das protecções de máxima intensidade.

Cerca de 13% dos defeitos foram eliminados com tempo inferior a 0.4 segundos que na sua maioria representam defeitos do segundo escalão (zona 2) da protecção de distância. Apenas 1.6% dos defeitos foram eliminados com tempo superior a 1 segundo, sendo da actuação da protecção de sub e sobretensão. O gráfico da figura 17 representa o tempo de actuação do sistema de protecção.

The increase of the number of actuations of the protection systems is linked to the age of the old system which claims for refurbishment.

5.1.3. Response Time of Protection Systems

Of the 1412 faults registered in the network, 605 (43%) were cleared within time interval $0.4s < t < 1s$, representing first level faults of maximum intensity protection; 567 (40%) of the faults were cleared instantaneously and are comprised by first level faults (zone 1) of distance protections and second level of maximum intensity protections.

About 13% of faults were cleared with time inferior to 0.4 seconds, majority of which constituted second level faults (zone 2) of distance protection. Only a tiny 1.6% of faults were cleared within time superior to 1 second comprised by over and under voltage protection actuation. Figure 17 graph illustrates the actuation times of the protections systems.

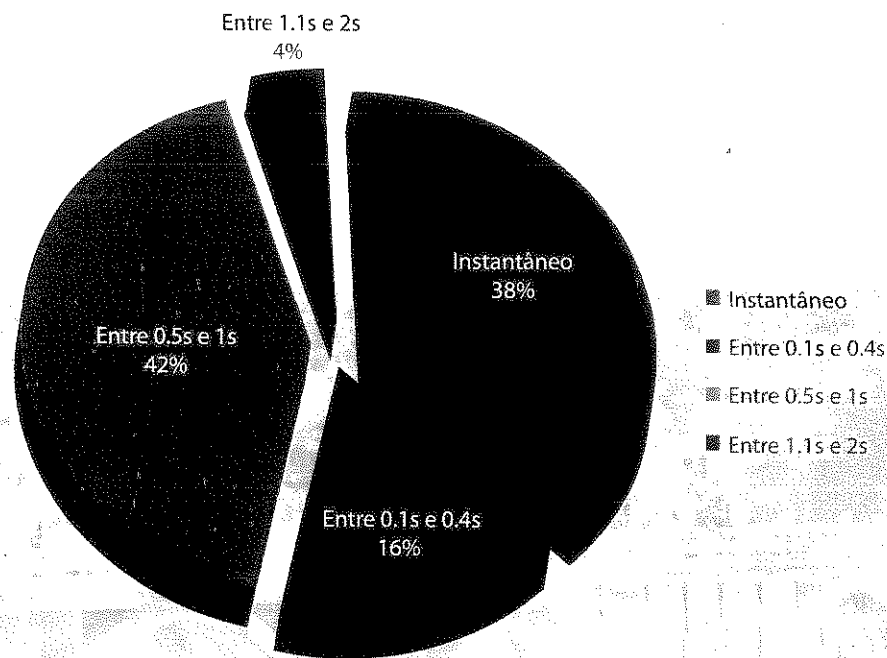


FIGURA 17:
Tempo de actuação dos sistemas de protecção
Time of protections systems actuations

Como se pode observar no gráfico da figura 17, os componentes da rede de transporte não foram submetidos à grandes esforços electrodinâmicos prolongados como resultado de defeitos pois, mais de 90% dos defeitos foram eliminados em menos de 1 segundo.

From figure 17 it's observable that the components of the Transmission Network weren't submitted to prolonged electrodynamic strains as the result of faults because a bit over 90% of all the faults were cleared in less than 1s.



5.2. Transformadores de Potência

5.2.1. Estado Geral dos Transformadores de Potência

2010 foi caracterizado por não ter registado a saída de transformadores de potência da rede devido a avaria, destacando-se apenas a avaria do mecanismo regulador de tensão do transformador da subestação de Chicumbane em Junho.

Como parte das rotinas de manutenção preventiva dos transformadores de potência, são realizados testes periódicos de rigidez dieléctrica, de humidade e de gases dissolvidos no óleo, a partir dos quais são tomadas medidas relevantes de manutenção correctiva. Dos 112 transformadores da Rede de transporte (não estão incluídos transformadores das centrais de Mavuzi, Chicamba e Corumana), 97 (correspondente a 87%) foram testados, tendo sido identificados 41 com elevado grau de humidade alguns dos quais apresentavam fugas de óleo. Para a correcção da humidade, foi realizado a circulação do óleo em 36 transformadores como medida imediata, no entanto os transformadores deverão ser submetidos à reparação das fugas de óleo de modo a eliminar em definitivo o ingresso da humidade.

5.2.2. Indisponibilidade dos transformadores de potência

À semelhança dos anos anteriores, a maioria das indisponibilidades dos transformadores de potência, foi resultado directo das indisponibilidades das linhas de transporte, onde das 4849 indisponibilidades 760 foram disparos dos transformadores, 483 foram cortes para diversos trabalhos e 360 foram interrupções à montante devido a linhas e/ou outros equipamentos da rede.

O gráfico da figura 18 apresenta as indisponibilidades dos transformadores por Área de Transporte e pela causa das mesmas.

Porque as indisponibilidades das linhas serão analisadas mais abaixo, nesta secção analisar-se-ão apenas as indisponibilidades originadas pela actuação das protecções dos transformadores de potência.

A maior parte das actuações das protecções dos transformadores resultou de defeitos nas linhas de distribuição e que não foram eliminadas pelas respectivas protecções. Das 760 actuações das protecções (disparos) dos transformadores 406 tiveram origem nas linhas de média tensão. Destas actuações, 258 verificaram-se na ATSU enquanto que os restantes 48 foram na ATCE. Verificaram-se também na

5.2. Power Transformers

5.2.1. General Status of the Power transformers

2010 was characterized by not having registered any power transformer outage due to breakdown, besides the power transformer voltage tap changer mechanism of Chicumbane substation, in June.

As part of power transformers preventive maintenance routines, periodic testes of dielectric stiffness, humidity and gases dissolved into oil are conducted, from which relevant corrective maintenance measures are taken. Of 112 power transformers of the transmission network (excluding power transformers of Mavuzi, Chicamba and Corumana Power stations), 97 (corresponding to 87%) were tested, and 41 were identified with higher degree of humidity, some of which with oil leak. To correct the humidity, as an immediate measure, oil was circulated in 36 power transformers; however, these power transformers must still undergo repairs of the oil leaks in order to definitely eliminate humidity inlet.

5.2.2. Outage of Power Transformers

Similarly to the previous years, the majority of the outages of power transformers resulted from direct outages of transmission lines, where in 4849 outages, 760 were power transformers trippings, 483 interruptions for varied works and 360 interruptions upstream due to lines and/or other network equipment.

Figure 18 graph presents the interruptions of power transformers by Area of Transmission and by respective causes.

Because the outages of lines will be analyzed later on, in this section only the outages caused by the actuation of the power transformers protection will be analyzed.

The majority of power transformers protection actuations resulted from distribution lines faults that were not cleared by the respective protections. Of 760 protection actuations (trippings) of power transformers, 406 had origin in the medium voltage lines. Of these actuations, 258 were in ATSU while the remaining was in ATCE. In ATNO as well, there was in Nampula





Indisponibilidades nos transformadores

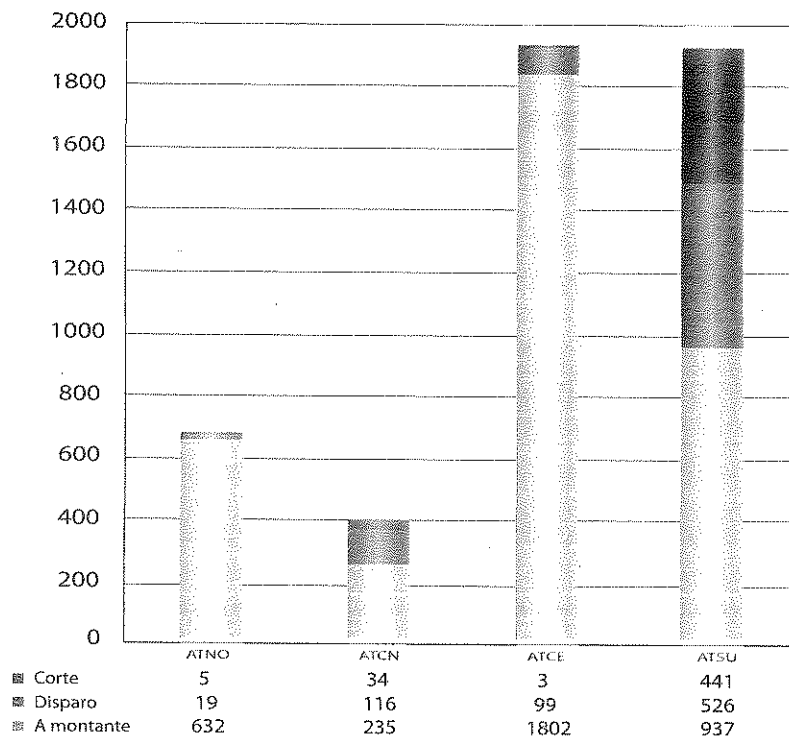


FIGURA 18:
Indisponibilidade dos transformadores de potência
Power transformers outages

Evolução do número de disparos nos transformadores de potência

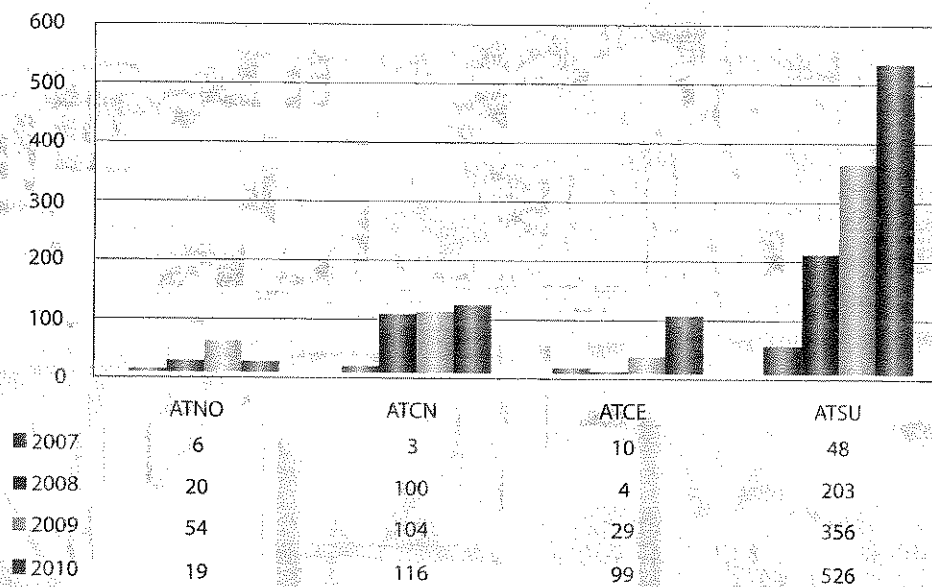


FIGURA 19:
Evolução do número de disparos dos transformadores de potência
Evolution of the number of trippings in the power transformers.

ATNO especificamente em Nampula Central disparos do transformador 1 em simultâneo com protecções de linhas de média tensão, fenómeno explicado pelos problemas de coordenação das protecções nesta subestação. Prevaleram os disparos na ATCN no TR5 (transformador que alimenta o SVC da subestação de Alto – Molócuè) por defeito do sistema de frio. O gráfico da figura 19 apresenta a evolução do número de disparos nos transformadores de potência.

A subida do número de disparos dos transformadores de potência da ATSU está associada a subida de carga nas subestações o que obriga a movimentação de transformadores e criação de linhas de média tensão sem celas de protecção. A título de exemplo em 2009 foi instalada uma móvel na SE de Infulene com linhas de média tensão para alimentar Khongolote, onde para qualquer intervenção nestas linhas e/ou defeito, a manobra tem que ser feita no transformador. O facto dos transformadores sentirem todos os defeitos da rede de média tensão, tem como implicações o aumento de gases. Para mitigar esta situação estão a ser instalados celas de protecção nas linhas de média tensão.

5.3. Sistemas de Telecomunicações

O sistema de telecomunicações da rede nacional de transporte é constituído por diversos subsistemas de comunicação sendo: sistema de comunicação por onda portadora (PLC's), sistema de fibra óptica e sistema de comunicação em microondas para a transmissão de dados e voz e, por um sistema de radiocomunicação em HF e VHF, exclusivamente usado para a comunicação de voz.

Em 2010, a DRT contou com 56 interligações interconectando as diversas subestações. Destas interligações, 5 são mantidas por sistemas de radiocomunicação por microondas, 16 pela fibra óptica e as restantes 35 por sistemas de comunicação por onda portadora. Apesar do sistema de telecomunicações estar massivamente constituído por PLC's, está-se consciente das limitações deste na banda de transmissão. Hoje em dia, a EDM aposta mais na infra-estrutura de fibra óptica e nos locais onde a sua implementação é pouco compensatória, usa-se a comunicação por microondas.

5.3.1. Caracterização do sistema de telecomunicações

O ano de 2010 conheceu um crescimento significativo em relação ao ano anterior no desempenho do sistema de telecomunicações. As interligações de PLC's operacionais cresceram de 58.8% para 68.6% e as in-

Central specifically a record of power transformer 1 trippings simultaneously with medium voltage lines protections, a phenomenon explained from poor protection settings coordination in this substation. In ATCN the trippings of TR5 (power transformer that supplies the Alto – Molcoue substation SVC) prevailed, from cooling system fault. Figure 19 graph shows the evolution of the number of trippings in the power transformers.

The increase in the number of trippings of ATSU power transformers is associated with the surge in load in the substations, which required the relocation of power transformers and the creation of medium voltage lines' bays without protection. For example, in 2009 a mobile substation was installed in Infulene substation, with medium voltage lines to supply Khongolote, where any intervention in those lines and/or fault, the switching has to be done in the power transformer. The fact that the power transformers undergo all the medium voltage faults, have as implications the increase of gases. To mitigate this situation, protection bays in the medium voltage lines are being installed.

5.3. Telecommunication Systems

The telecommunications systems of the national transmission network are made up of diverse communication subsystems: communication system through portable line carriers (PLC's), fiber optic system, communication system in microwaves for data and voice transmission, and radio-communication system in HF and VHF exclusively for voice communication.

In 2010, DRT had 56 interconnections linking various substations. Of these interconnections, 5 are secured by radio-communication systems through microwave, 16 by fiber optic and the remaining 35 by PLC's. Despite the telecommunications systems being massively constituted by PLC's, there's full awareness of their limitations in the bandwidth transmission. Today, EDM is laying its wager more in a fiber optic infrastructure and in places where its implementation is less advised, microwaves has been the option.

5.3.1. Characterization of the Telecommunication System

2010 realized a significant increase in the telecommunication system performance comparatively to the previous year. The PLC's interconnections that are operational grew from 58.8% to 68.6% and the



Estado do sistema de comunicações

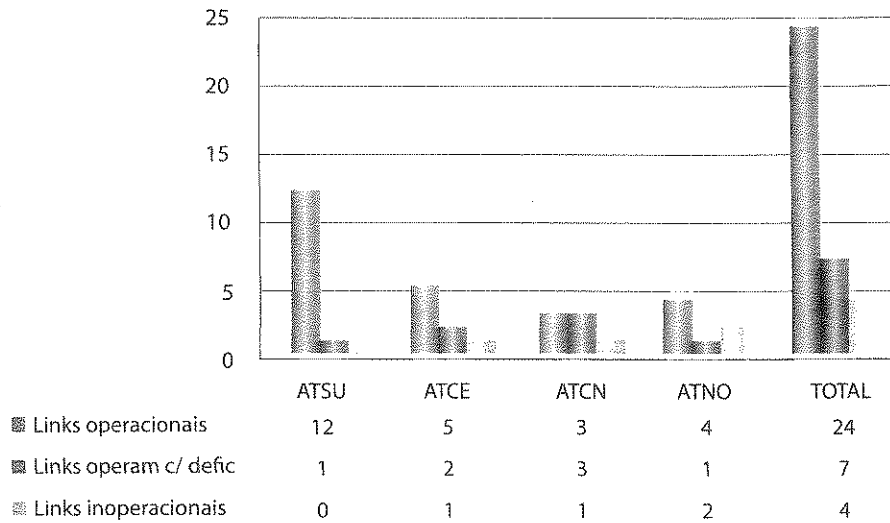


FIGURA 20:
Estado dos Sistemas de comunicações
Telecommunication system status

interligações inoperacionais decresceram de 20,6% para 11,4%. o gráfico da figura 20 apresenta a distribuição e o estado das interligações de PLC's pelas respectivas áreas de transporte.

A tendência desse comportamento é ilustrada no gráfico da figura 21.

inoperational interconnections decreased from 20,6% to 11,4%. Figure 20 graph presents the distribution and the status of PLC's interconnections by Area of Transmission.

The evolution of that performance is illustrated in figure 21 graph.

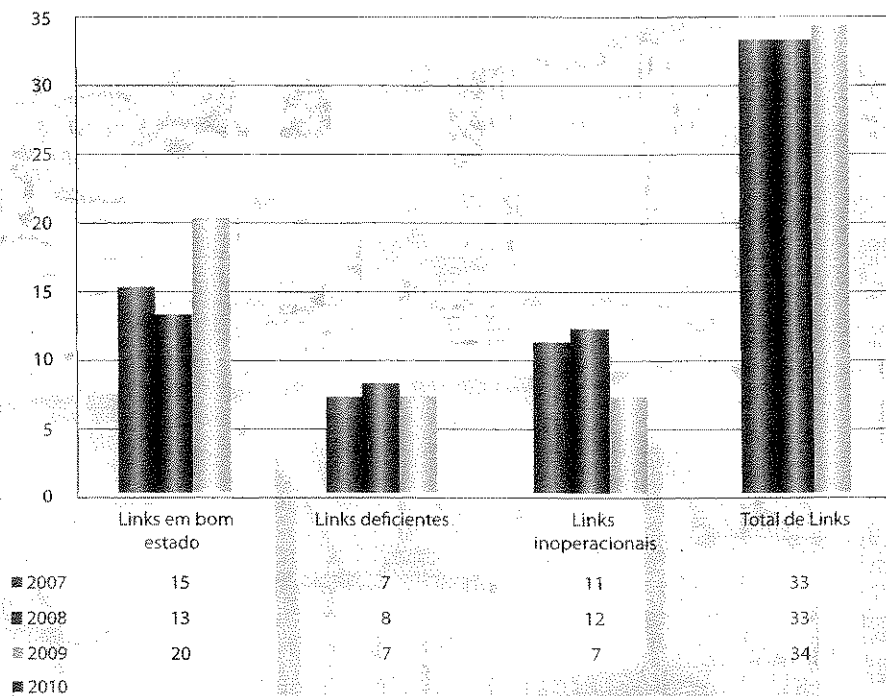


FIGURA 21:
Evolução do estado do sistema de comunicação
Evolution of the communication system status



Em PLC's, o incidente mais significativo que se verificou na rede neste ano é o fenómeno de acentuadas atenuações que se verificam na interligação Chimua-ra-Cerâmica e que colocou os PLC sem comunicação entre eles. Este incidente ainda está em estudo pela respectiva equipa de manutenção.

Os sistemas de comunicação por microondas não registaram nenhum incidente durante o ano de 2010, ano em que entraram em funcionamento. As comunicações por fibra óptica somente tiveram uma interrupção entre as subestações de Tete e de Manje. A interrupção deste cabo de fibra óptica ocorreu durante a execução dos trabalhos de reabilitação da ponte Samora Machel. Apesar de as obras estarem já terminadas, a fibra óptica ainda não foi reposta.

5.4. Linhas de Transporte

5.4.1. Estado geral das linhas de transporte

No geral as linhas de transporte tiveram um desempenho positivo, como resultado dos trabalhos de manutenção preventiva e correctiva que tiveram lugar ao longo do ano, principalmente na rede de 220kV, onde verificou-se uma redução no número e duração das indisponibilidades. É de assinalar o aumento do número

PLC's wise, the most significant incident realized in the network this year, refers to the accentuated weakening phenomenon registered between Chimuaara and Ceramica interconnection which placed the two substations incommunicable. This incident is still under analysis by the respective maintenance team.

The microwaves telecommunications systems did not register any incident in 2010, year of their commissioning. The fiber optic systems had an interruption between Tete and Manje substations. The interruption of this fiber optic cable occurred during works of Samora Machel bridge betterments. Despite such works having been finalized, the fiber optic has not been restored yet.

5.4. Transmission Lines

5.4.1. General Status of the Transmission Lines

In general, the transmission lines had a positive performance as a result of the preventive and corrective maintenance works undertaken during 2008, mainly in the 220 kV network where a decrease in the number and duration of outages was scored. It's to be pointed out the increase of the number of faults in some lines

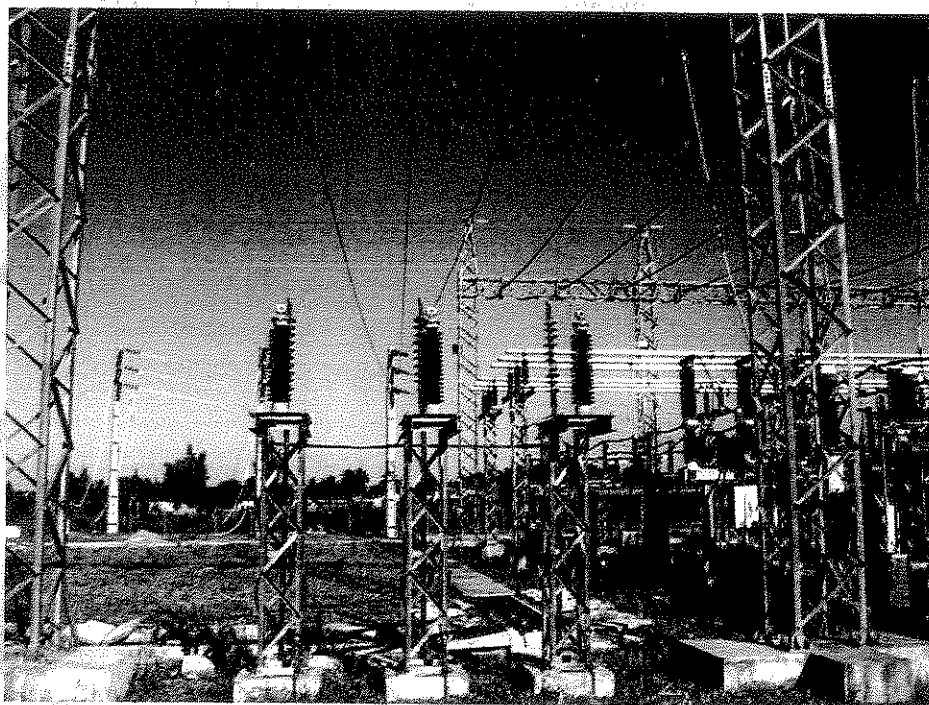


FIGURA 22:
Caixa terminal da linha CTM – Matola 275
End terminal box of CTM – Matola 275 line





de defeitos nalgumas linhas com incidência na rede de 110 kV onde algumas linhas foram concebidas sem cabo de guarda e noutras regista-se o envelhecimento dos isoladores e alguns acessórios.

Em 2010 verificou-se um novo fenómeno que comprometeu o bom funcionamento da rede, que se caracterizou pela explosão das caixas terminais de linhas de 66kV na SE Matola 275, afectando aquelas que tem terminação por cabo, como é o caso das linhas CTM – Matola 275, e Matola 275 – Cimentos.

Prevaleceu o fenómeno dos pássaros nas linhas, pois, se até finais de 2007 o problema circunscrevia-se na linha Macia – Lionde onde o problema resumia-se na contaminação dos isoladores com excrementos de pássaros, em 2008 o problema alastrou-se para a linha Nampula – Monapo – Nacala e em 2009 o problema faz-se sentir na linha Infulene – Macia onde os pássaros constroem ninhos por cima do ponto de fixação dos isoladores e em caso de pequeno vendaval e/ou chuva, os ninhos desprende-se provocando defeito de terra.

Para a solução do problema, tem sido adquiridos espanta pássaros de forma paulatina para além de se ter aumentado o número de inspecções nas linhas problemáticas, seguidas de remoção dos ninhos com as linhas em tensão.

Quanto as linhas cujos acessórios registam algum envelhecimento destacam-se as linhas Komatipoort – Infulene (BL2), Matambo – Chimuará (B03), Corumana – Infulene (CL4), Mavuzi – Beira e Mavuzi – Chimoio 1 (DL1), onde a maioria dos defeitos foi caracterizada por ruptura das cadeias de isoladores e fiadores. Devido ao estado de envelhecimento da linha Mavuzi – Chimoio 1, em 2010 esta linha ficou a maior parte do tempo fora de serviço, sendo a alimentação ao PDE de Chimoio 1 garantida pela linha Chibata – Nhamatanda (CL75) via SE Chimoio 2.

5.4.2. Linhas de Transporte de 275kV

Em 2010 no total as três linhas de transporte de 275 kV nomeadamente Infulene – Komatipoort (BL2), Infulene – Matola 275 (BL1) e Maputo (Motracó) – Matola 275 (BL3), registaram 13 indisponibilidades com uma duração acumulada de 90:35 horas. Comparativamente a 2009, estas cifras, representam uma diminuição na ordem dos 48% no número de indisponibilidades e de 34.9% na duração total das indisponibilidades. Todas as indisponibilidades foram verificadas na linha BL2. O gráfico da figura 23 apresenta o número e a duração das indisponibilidades verificadas em 2010.

Da figura 23 nota-se que a BL2 foi a única linha que teve indisponibilidade em 2010, o que se explica pelo

with incidence to 110 kV network where some lines were designed without the surge arrester cable while others are showing the ageing of insulators and some accessories.

A new phenomenon emerged in 2010 compromising the good performance of the network, characterized by the 66 kV line end terminal boxes explosions at Matola 275 kV substation, affecting those that end in cable, such is the case of CTM – Matola 275 and Matola 275 – Cimentos lines.

The birds on the lines phenomenon prevailed, for, if up to 2007 year end the problem circumvented to Macia – Lionde line where simply consisted in the contamination of the insulators with the birds' excrements, in 2008 escalated to Nampula – Monapo – Nacala line, and in 2009 reached Infulene – Macia line where the birds build nests on top of the insulators fixation point and in case of gusts of wind and/or rain the nests crumble and cause earth fault.

To solve the problem, scarecrows have been acquired gradually besides increasing the number of inspections in the problematic lines, followed by the removal of the nests with the lines live.

As to the lines whose accessories are plagued with ageing, distinction goes to Komatipoort – Infulene (BL2), Matambo – Chimuará (B03), Corumana – Infulene (CL4), Mavuzi – Beira (CL71) and Mavuzi – Chimoio 1 (DL1), where the majority of faults was characterized by the rupture of the string of insulators and drop outs.

Due to the ageing status of Mavuzi – Chimoio 1 line (DL1), in 2010 this line was most of the time out of service, and the power supply to Chimoio 1 Pod secured by Chibata – Nhamatanda line (CL75) via Chimoio 2 substation.

5.4.2. 275 kV Transmission Lines

In 2010 altogether the three 275 kV transmission lines namely Infulene – Komatipoort (BL2), Infulene – Matola 275 (BL1) and Maputo (Motracó) – Matola 275 (BL3) registered 13 outages with an accumulated duration of 90:35 hours. Comparatively to 2009, these figures represent a decrease in the order of 48% in the number of outages, and 34.9% in the total duration of the outages. All the outages took place in BL2 line. Figure 23 graph presents the number and duration of outages realized in 2010.

From figure 23 it's noticeable that BL2 was the only line that incurred outages in 2010, which is sustained by the

■ Número de indisponibilidades ■ Duração das indisponibilidades [Horas]

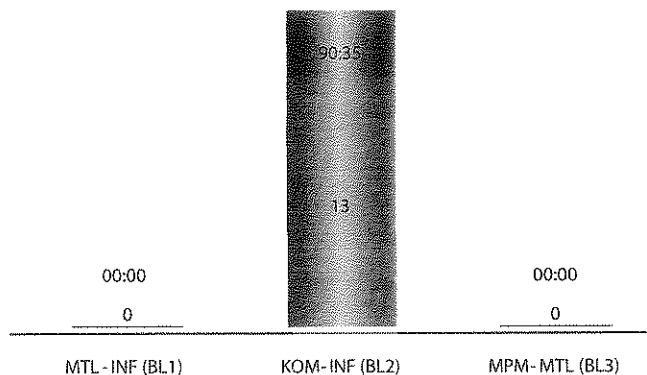


FIGURA 23:
Número e duração das indisponibilidades na rede de 275kV
Number and duration of interruptions in the 275 kV network

facto de ser a mais antiga (com 39 anos de existência) e ser a mais longa (85km). Apesar da mesma estar a beneficiar de reabilitação, continua a ter problemas nos troços por substituir ferragens e/ou isoladores.

Por os trabalhos de melhoria serem em tensão, diminuiu o número de indisponibilidades nesta linha, como se pode ver no gráfico da figura 24, onde ilustra a evolução do número de indisponibilidades nos últimos 4 anos.

A semelhança do número de indisponibilidades e pelas mesmas razões, verificou-se uma tendência decrescente da duração das indisponibilidades. O gráfico da figura 25 ilustra a evolução da duração das indisponibilidades da rede de 275kV.

Do total das 13 indisponibilidades verificadas na rede de 275kV, apenas 1 foi corte e os restantes foram mo-

fact that is the eldest (with 39 years old) and is the most lengthy (85 km). Despite being under rehabilitation, the problems in the paths where the iron fittings and/or insulators are to be replaced continue.

Because the betterment works are conducted live, the number of outages in this line decreased, as shown in figure 24 graph, where the evolution of the number of outages in the last 4 years is illustrated.

Similar to the number of outages and by the same reasons, there was a decreasing tendency of the outages duration. Figure 25 graph illustrates the evolution of the outages duration in the 275 kV network.

Of the 13 total outages registered in the 275 kV network, only one was interruption, the remaining were

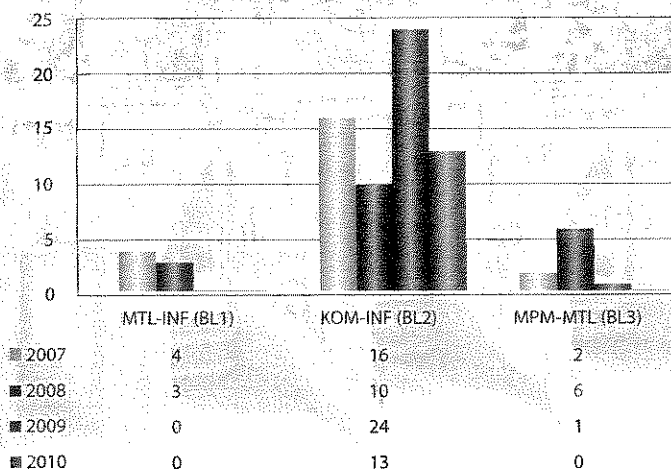


FIGURA 24:
Evolução do número das indisponibilidades na rede de 275kV
Evolution of the number of outages in the 275 kV network



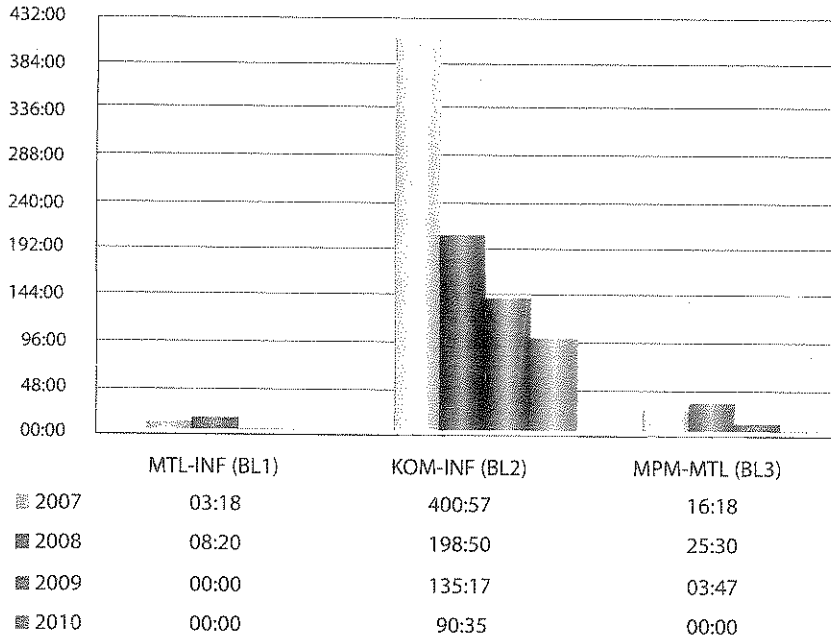


FIGURA 25:
Evolução da duração das indisponibilidades na rede de 275kV
Evolution of the duration of outages in the 275 kV network

tivadas por defeitos na linha BL2 caracterizados por rompimento de condutores, ferragens e isoladores. O gráfico da figura 26 ilustra a evolução do número de defeitos nesta rede.

motivated by the faults in BL2 lines characterized by cables, iron fittings and insulators rupture. Figure 26 graph illustrates the evolution of the number of faults in this network.

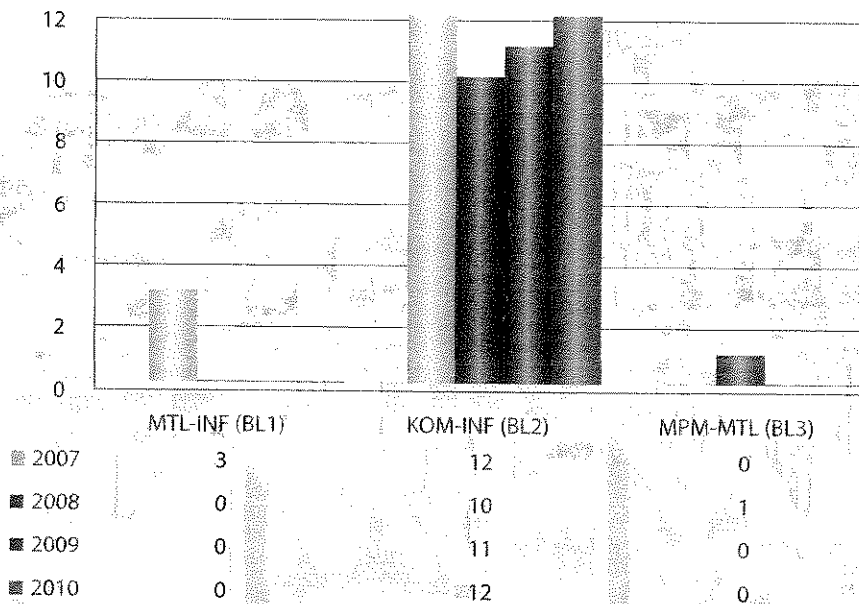


FIGURA 26:
Evolução dos defeitos na rede de 275kV
Evolution of the number of faults in the 275 kV network

A evolução do número de defeitos por 100km de linha é apresentada no gráfico da figura 27.

Este aumento do número de defeitos por 100km de linha nesta rede, está relacionado com os defeitos verificados na BL2 uma vez que as outras linhas não registaram nenhum defeito em 2010.

The evolution of the number of faults per 100 km of line is shown in figure 27 graph.

This increase of the number of faults per 100 km of line is related to the faults registered in BL2, once the other lines did not experience any fault in 2010.

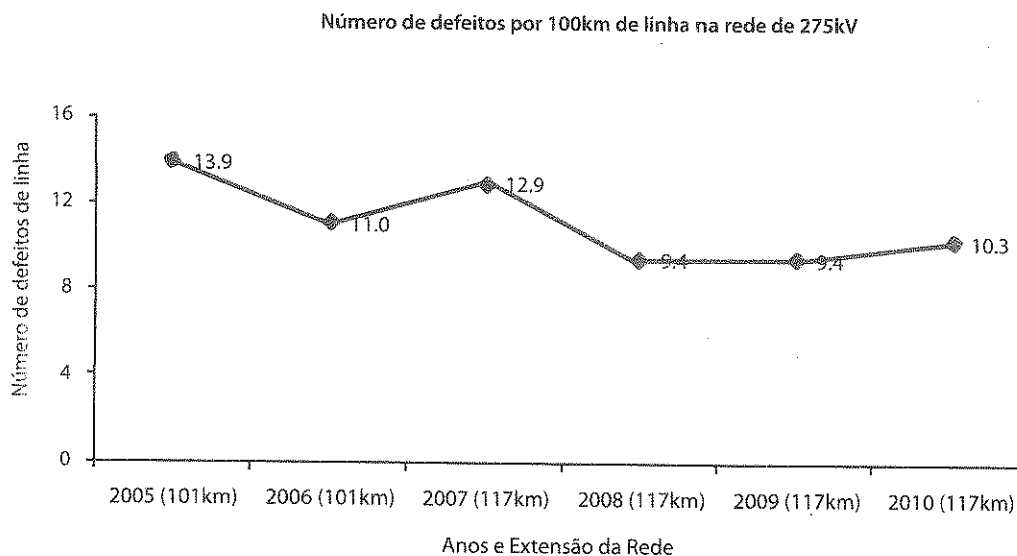


FIGURA 27:
Evolução do número de defeitos por 100km de linha na rede de 275kV
Evolution of faults per 100 km of line in the 275 kV network

5.4.3. Linhas de Transporte de 220kV

As linhas de transporte de 220kV (rede de 220kV) compreendem um comprimento de 1756km dos quais 320 na ATCE e os restantes 1426km na ATCN.

Esta rede em 2010 teve um total de 215 indisponibilidades com uma duração de 144:02 horas nas 8 linhas que a compõem. Comparativamente a 2009 esta cifra representa uma diminuição de 14.0% no número de indisponibilidade e 29.6% na duração das mesmas.

O gráfico da figura 28 apresenta o número e a duração das indisponibilidades na rede de 220kV.

O elevado número e duração das indisponibilidades da B08 (Alto-Molócuè – Nampula220) é por esta linha se encontrar no fim da linha Centro-Norte que inicia na B01/02 (Songo – Matambo), sendo que todas as interrupções a montante, afectam esta linha que se encontra no extremo da LCN, enquanto que as indisponibilidades da linha B00 (Matambo – Chibata) apenas 10 é que foram próprias da linha e as restantes 23 devido a indisponibilidades a montante (linha Songo – Matambo, B01), no entanto a mesma tem uma tendência decrescente no número de indisponibilidades como pode-se verificar no gráfico da figura 29.

5.4.3. 220 kV Transmission Lines

The 220 kV transmission lines (220 kV network) comprise a length of 1756 km of which 320 km are in ATCE and the remaining 1426 in ATCN.

This network in 2010 had a total of 215 outages with duration of 144:02 hours in the 8 lines that is made of. Comparatively to 2009 this figure represents a decrease of 14.0% in the number of outages and 29.6% in their duration.

Figure 28 graph presents the number and duration of outages in the 220 kV network.

The higher number and duration of interruptions of B08 (Alto – Molocue – Nampula220) is due to its location at the extreme end of LCN which starts in B01/02 (Songo – Matambo), and all the interruptions upstream affect this line, while the interruptions of B00 line (Matambo – Chibata) only 10 belong to the line itself and the remaining 23 were due to interruptions upstream (Songo – Matambo line, B01). Meanwhile, the same has a decreasing tendency in the number of interruptions as shown in figure 29 graph.

■ Número de indisponibilidades ■ Duração das indisponibilidades [Horas]

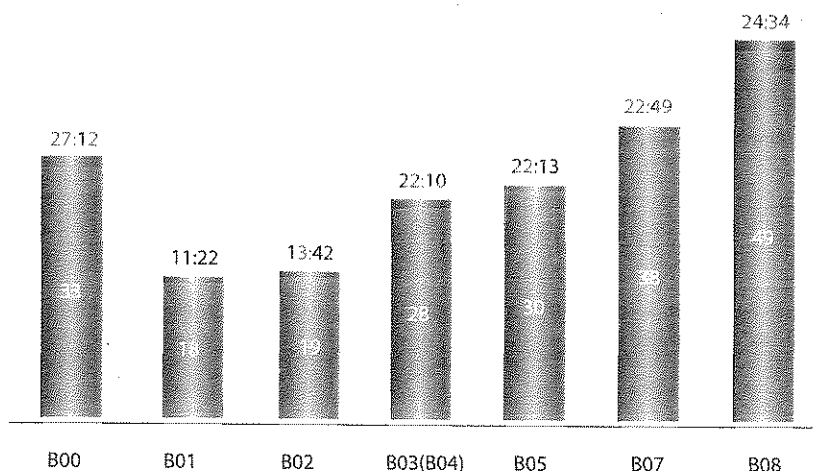


FIGURA 28:
Número e duração das indisponibilidades
Number and duration of interruptions in the 220 kV lines

Com a excepção da B00, todas as linhas de 220kV apresentaram uma diminuição no número de indisponibilidades.

O aperfeiçoamento na manutenção, contribuiu para a diminuição do tempo de indisponibilidade em todas as linhas, como se pode ver no gráfico da figura 30 que apresenta a evolução da duração das indisponibilidades nas linhas de 220kV.

With exception of B00, all the other 220 kV lines had a decrease in the number of interruptions.

The improvement in maintenance contributed to the decrease of the duration of the interruptions in all lines, as shown in figure 30 graph which presents the evolution of the duration of the interruptions in the 220 kV lines.

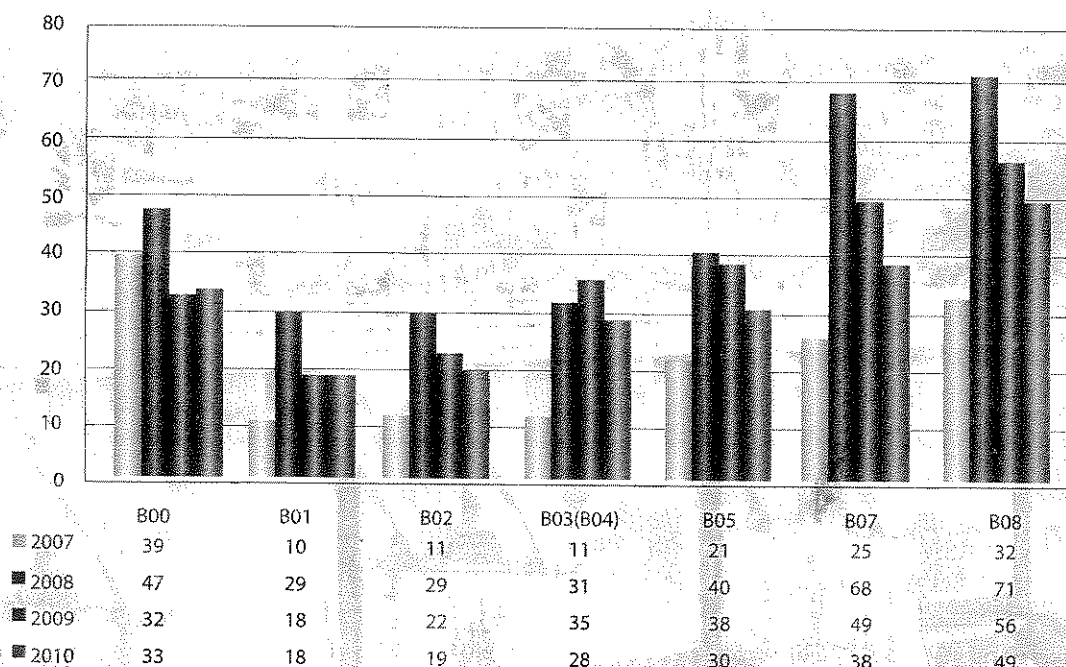


FIGURA 29:
Evolução do número de indisponibilidades na rede de 220kV
Evolution of the number of interruptions in the 220 kV network

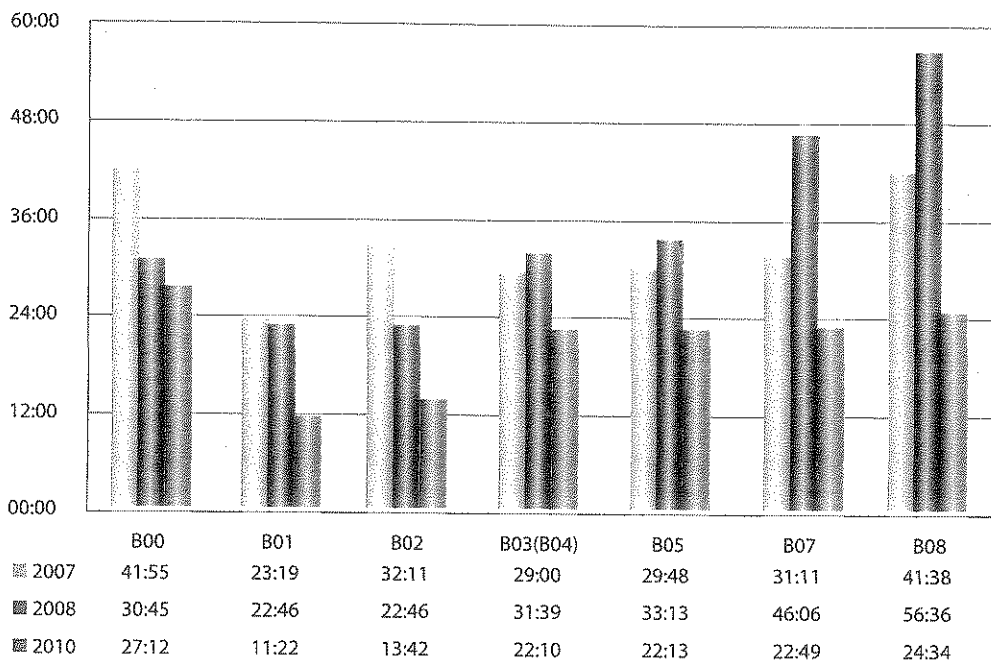


FIGURA 30:
Evolução da duração das indisponibilidades nas linhas de 220kV
 Evolution of the interruptions duration in the 220 kV lines

Os investimentos feitos na linha Centro – Norte são reflectidos no comportamento da rede de 220kV, que teve uma melhoria na disponibilidade em mais de 50%. A grande melhoria foi sentida na linha B07 (Mocuba – Alto-Molócuè) e B08 (Alto-Molócuè – Nampula 220).

The investments made in LCN are reflected in the performance of the 220 kV network, which had an improvement on the availability in more than 50%. The biggest improvement was realized in B07 line (Mocuba – Alto Molocue) and B08 (Alto Molocue – Nampula 220).

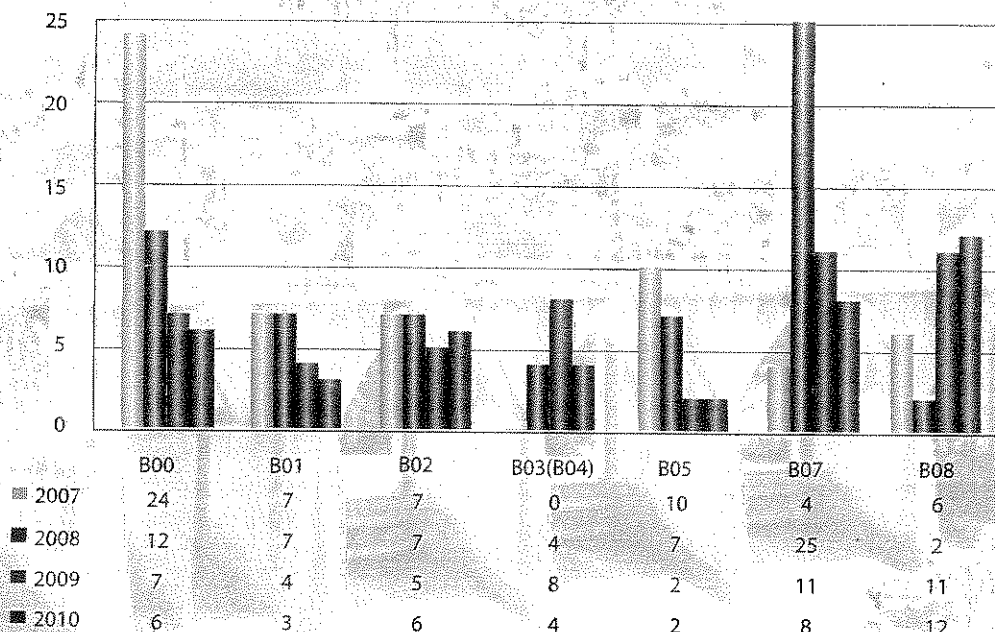


FIGURA 31:
Evolução do número de defeitos na rede de 220kV
 Evolution of the number of faults in the 220 kV network



Verificou-se também a diminuição do número de defeitos desta rede com maior destaque para a linha B07 que apresenta uma tendência decrescente nos últimos 3 anos, fruto da melhor coordenação dos ajustes das protecções de sobretensão, aliado ao bom desempenho do SVC de Alto Molócue.

O desempenho desta rede, melhorou comparativamente a 2009, como se pode ver no gráfico da figura 32.

Como se pode ver da figura 32, 2010 teve o melhor índice do número de defeitos por 100km de linha nos últimos 7 anos.

Also there was a decrease of the number of faults of this network with focus to B07 line which showed a decreasing tendency in the last 3 years, yield to a better coordination of over voltage protections settings, coupled with good performance of Alto-Molocue SVC.

This network performance improved comparatively to 2009, as shown in figure 32 graph.

As can be seen from figure 32, 2010 had the best index of the number of faults per 100 km of line in the last 7 years.

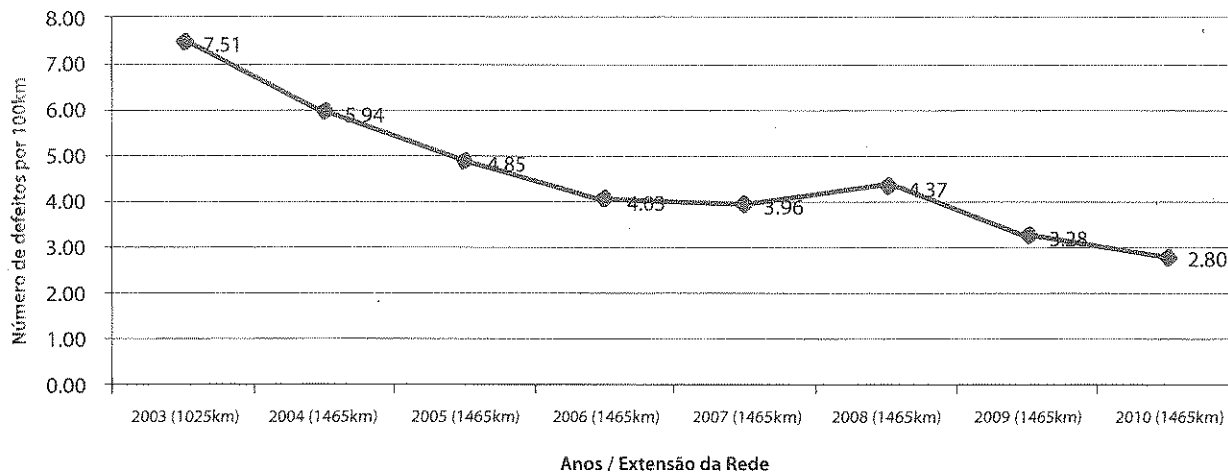


FIGURA 32:
Evolução do número de defeitos por 100km de linha na rede de 220kV
Evolution of faults per 100 km of line in the 220 kV network

5.4.4. Linhas de Transporte de 110kV

A rede de 110kV é a mais longa e a única que cobre todas as áreas de transporte e é caracterizada por ter linhas sem cabo de guarda e algumas muito antigas (CL71 Mavuzi – Beira com 55 anos). A rede é constituída por 2,531km dos quais 1,079km na ATNO, 256km na ATCN, 603 na ATCE e 593 na ATSU. Por esta rede apresentar muitas linhas, os gráficos serão apresentados por Área de Transporte.

Em 2010 esta rede verificou 1822 indisponibilidades cumulativas (em todas as linhas) com uma duração de 883:11h. Esta cifra representa uma subida do número de indisponibilidades em 13.7% e uma diminuição na duração das indisponibilidades na ordem de 10%. O gráfico da figura 33 apresenta o número e a duração das indisponibilidades por área de transporte.

5.4.4. 110 kV Transmission Lines

The 110 kV network is the longest and the only one that covers all Areas of Transmission, and is characterized by lines without surge arrester cables and some lines are very old (CL71, Mavuzi – Beira with 55 years). The network is composed of 2531 km of which 1079 km are in ATNO, 256 km in ATCN, 603 in ATCE and 593 in ATSU. Because this network is made up of several lines, the graphs will be presented by Area of Transmission.

In 2010 this network registered 1822 cumulative outages (in all the lines) with duration of 883:11h. This figure represents an increase in the number of outages by 13.7% and a decrease in the duration of outages in the order of 10%. Figure 33 graph presents the number and duration of interruptions by Area of Transmission.

Número e duração das indisponibilidades na rede de 110kV

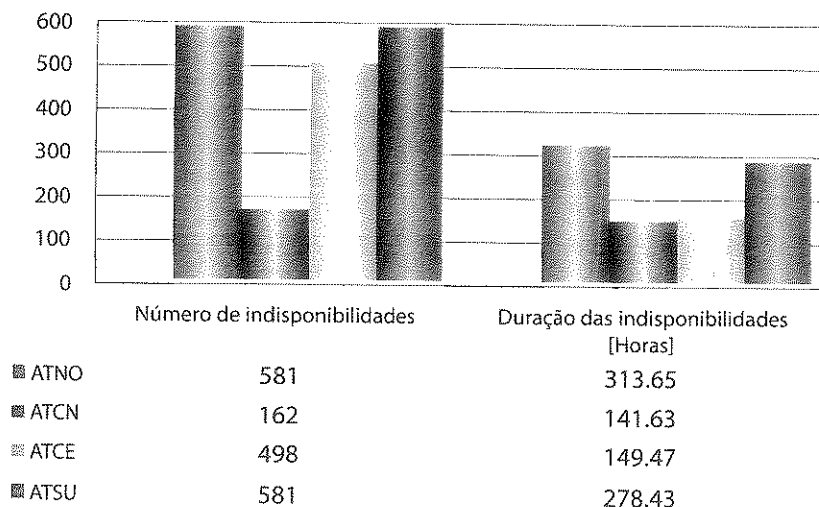


FIGURA 33:

Número e duração das indisponibilidades na rede de 110kV por AT
Number and duration of interruptions in the 110 kV network, by AT

A Área de Transporte Sul apresenta o maior número e duração das indisponibilidades devido por um lado aos defeitos verificados na CL3 (Macia – Lionde) provocados por pássaros gigantes, e por outro lado, devido a defeitos na CL1 por esta a não ter cabo de guarda.

The Area of Transmission South presented the highest number and duration of interruptions due by one hand to faults registered in CL3 line (Macia – Lionde) caused by gigantic birds, and by the other hand due to faults in CL1 from lack of surge arrester cable.

A subida do número de indisponibilidade na ATCE é devido a defeitos passageiros nas CL71 (Mavuzi – Beira) e CL75 (Chibata – Beira) devido a isoladores de má qualidade, acrescido dos cortes no âmbito da reabilitação da Munhava e/ou cortes para o paralelo entre HCB e as centrais de Mavuzi e Chicamba.

The increase in the number of interruptions in ATCE was due to transitory faults in CL71 (Mavuzi – Beira) and CL75 (Chibata – Beira) from poor quality insulators, plus the interruptions under the scope of Munhava substation rehabilitation and/or to synchronize HCB with Mavuzi and Chicamba.

Evolução das indisponibilidades na rede de 110kV

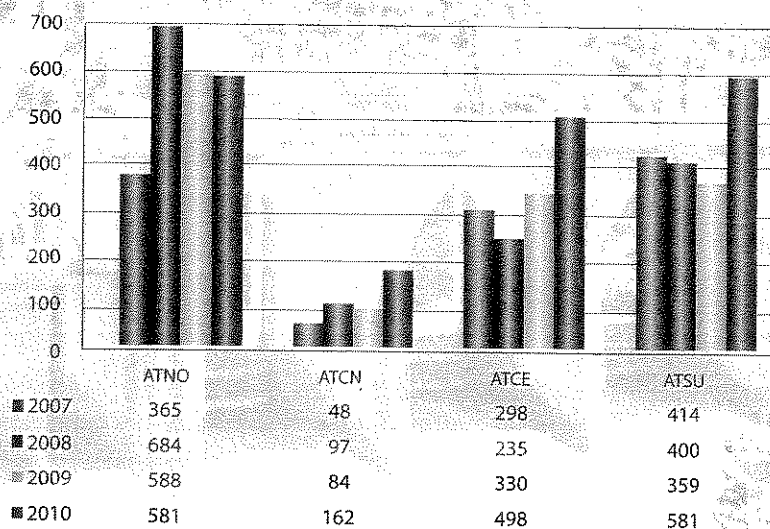


FIGURA 34:

Evolução do número de interrupções na rede de 110kV
Evolution of the number of interruptions in the 110kV network





O aumento das indisponibilidades na ATCN é devido a entrada da C20 (Alto-Molócuè – Uapé) nas estatísticas, a mesma entrou em funcionamento em 2008 energizada a 33kV e em Dezembro de 2009 é que passou a 110kV.

A ATNO está no fim da linha CN pelo que todas as indisponibilidades que esta linha apresenta, afectam esta Área de Transporte. O gráfico da figura 34 apresenta a evolução do número de indisponibilidades na rede 110kV.

Como se pode ver do gráfico da figura 33, a ATSU é que apresenta um elevado número de indisponibilidades e um elevado crescimento comparativamente a 2009 e o maior número de indisponibilidade dos últimos 4 anos.

O aumento das indisponibilidades na ATCN é devido a entrada da C20 (Alto-Molócuè – Uapé) nas estatísticas, a qual entrou em funcionamento em 2008 energizada a 33kV e em Dezembro de 2009 é que passou a 110kV. Nesta Subestação ainda persistem problemas no Relé de Protecção Diferencial do Transformador, RET670, que arranca quando este transformador é energizado e que dispara quando há defeitos externos, por exemplo, nas Linhas de Média Tensão para Gilé e/ou Marropino. Deverá ser feito o teste de estabilidade no Relé.

A evolução da duração das indisponibilidades é apresentada no gráfico da figura 35.

O elevado tempo de indisponibilidade na ATSU resultou do já descrito incidente do dia 17 de Março de 2010, acrescido pelas interrupções prolongadas da CL3 por defeito nas caixas terminais na subestação de Lionde.

The increase of interruptions in ATCN was due to the entry into statistics of C20 (Alto Molocue – Uapé) line, for this line was commissioned in 2008 at 33 kV and only in December 2009 was finally energized at 110 kV.

The ATNO is at the extreme end of LCN and all the interruptions of this line affect this Area of Transmission. Figure 34 graph presents the evolution of the number of interruptions in the 110 kV network.

From figure 34 graph, ATSU had the highest number of outages and higher growth comparatively to 2009 and the major number of interruptions of the last 4 years.

The increase of interruptions in ATCN was due to the entry into statistics of C20 (Alto – Molocue – Uapé) line, for this line was commissioned in 2008 at 33 kV and only in December 2009 was finally energized at 110 kV. In this substation the problems of the power transformer differential Protection relay RET670 still persist, which starts up when the power transformer is energized and it trips out when external faults occur, for example, in the medium voltage lines to Gilé and/or Marropino. Relay stability test is strongly recommended.

The evolution of the duration of interruptions is presented in figure 35 graph.

The increase of the duration of interruptions in ATSU resulted from the already described incident of March 17, 2010, added by CL3 prolonged interruptions from end terminal boxes faults in Lionde substation.

Evolução da Duração das indisponibilidades

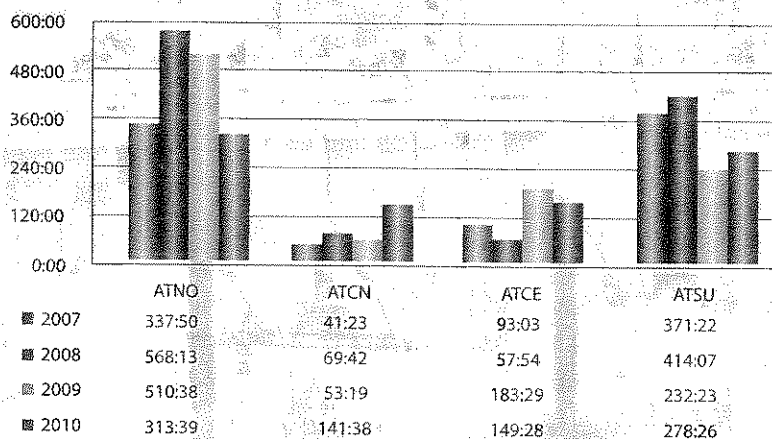


FIGURA 35:

Evolução do tempo de indisponibilidades na rede de 110kV
Evolution of the duration of interruptions in the 110 kV network

Evolução dos defeitos na rede de 110kV

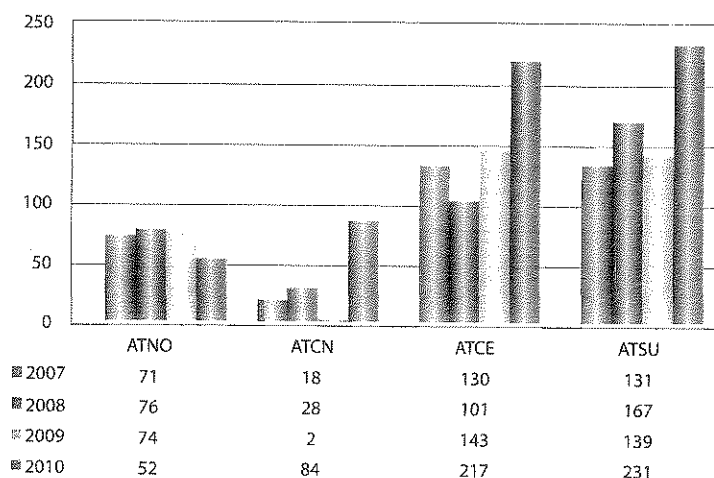


FIGURA 36:

Evolução do número de defeitos por 100km de linha na rede de 110kV

Evolution of the number of faults per 100 km of line in the 110 kV network

Na ATCN a subida do tempo de indisponibilidade teve um grande contributo dos cortes da C24 (Chimuará – Maromeu) para reposição de duas torres na linha que haviam tombado em 2008. Os

Nota-se um grande aumento dos defeitos na rede de 110kV na ATCN, que resulta de perturbações verificadas na linha C20 Alto Molócue – Uapé recentemente comissionada, onde persistiam problemas de mau aperto nas ferragens.

O aumento do número de defeitos na ATCE deve-se ao facto das linhas CL75 e CL71 terem em alguns troços da linha ferragens velhas e isoladores de má qualidade que criam defeitos passageiros nas mesmas. Este facto está a ser minimizado com a substituição de isoladores e ferragens, sobretudo na linha CL71 Mavuzi – Beira, que é uma das mais antigas da rede de 110kV, com mais de 56 anos.

A área de transporte Sul teve um aumento do número de defeitos devido a escremento de pássaros gigantes na CL3, que provocam defeitos passageiros nas mesmas e falta de cabo de guarda e existência de isoladores de má qualidade em alguns troços da CL1.

Este aumento de defeitos na linha, contribuiu para o perfil de número de defeitos por 100km de linha nesta rede como se pode ver no gráfico da figura 37.

Como se pode ver, a entrada em funcionamento de novas linhas com fraco comissionamento (como é o caso de C20 e C24), aliado a falta de cabo de guarda nas linhas de 110kV originou o aumento de defeitos na linha, e 2010 foi caracterizado por elevado número

In ATNO the increase in the duration of interruption had a huge contribution from C24 (Chimuará – Maromeu) line interruptions to restore the two towers that had fallen down in 2008.

A huge increase of the faults in the 110 kV network in ATCN is notable, which results from disturbances registered in C20 Alto Molocue – Uapé line recently re-commissioned, where poor tightening problems of iron fittings persist.

The increase of the number of faults in ATCE is due to the fact that CL71 and CL75 lines have old iron fittings and poor quality insulators in some line paths, which create transitory faults in the lines. This fact is being minimized with the replacement of insulators and iron fittings, above all in CL71 Mavuzi - Beira line, which is one of the oldest lines of the 110 kV network, with more than 56 years.

The Area of Transmission South had an increase in the number of faults due to gigantic birds' excrements in CL3, which caused transitory faults, coupled with the lack of surge arrester cable and existence of poor quality insulators in some paths of CL1.

This increase of faults in the line, contributed to the profile of the number of faults per 100 km of line in this network as shown in figure 37 graph.

As shown, the entry into operation of new lines with poor commissioning (such is the case of C20 and C24), coupled with the lack of surge arrester cable originated the increase of faults in the line, and 2010 was characterized by high number of faults in this network





de defeitos nesta rede o que culminou com o aumento do número de defeitos por 100km de linha, registando assim o pior índice nos últimos 7 anos.

which culminated with the increase of the number of faults per 100 km of line, scoring the worst index in the last 7 year.

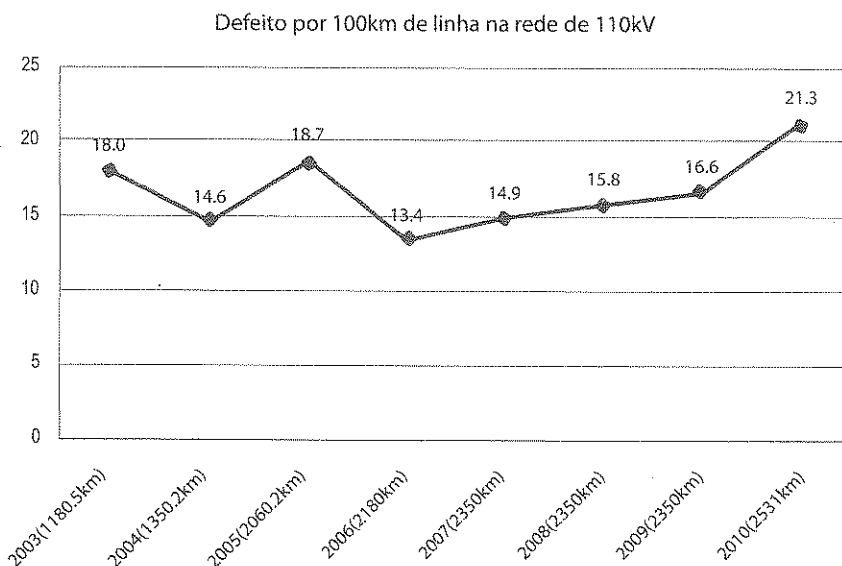


FIGURA 37:
Evolução do número de defeitos por 100km de linha na rede de 110kV
Evolution of the number of faults per 100 km of line in the 110 kV network

5.4.5. Linhas de Transporte de 66kV

A rede de 66kV é constituída por 494km de linhas dos quais 306km na ATSU e 188km na ATCE. Por a rede de 66kV da ATCE em 2010 ter tido um comportamento intermitente (linha Mavuzi – Chimoio 1) e por ser muito velha passou a maior parte do tempo fôra, entrando apenas no caso de indisponibilidade da CL75 enquanto que a linha Matambo – Tete – Manje (DL03 e DL04) esteve energizada a 33kV durante 8 meses o que condiciona a análise da performance desta rede somente na ATSU.

No total em 2010 registaram-se 202 indisponibilidades com uma duração de 734:21h, comparativamente a 2009, cifra que representa uma redução do número de indisponibilidades em 13.3% e uma subida na duração de 59.1%. De salientar que o aumento do tempo de indisponibilidade foi devido a um corte na linha DL2 (Infulene – 2M) durante 13 dias (433h e 24minutos) para permitir o desvio da DL10 (2M – SE6) no âmbito da construção da segunda faixa da avenida Joaquim Chissano. O gráfico da figura 38 apresenta o número e a duração das indisponibilidades das principais linhas que compõem a rede de 66kV.

5.4.5. 66 kV Transmission Network

The 66 kV network is composed of 494 km of lines of which 306 are in ATSU and 188 km in ATCE. Because the ATCE 66 kV network had an intermittent performance in 2010 (Mavuzi – Chimoio 1 line) and because of older age, the major part of the time was out of service, coming into stream only in cases of interruption of CL75, while Matambo – Tete – Manje line (DL03 and DL04) was energized at 33 kV for 8 months, which limits the analysis of the performance of this network only to ATSU.

In 2010, 202 interruptions were registered with duration of 734:21 hours, figures that comparatively to 2009 meant a reduction in the number of interruptions of 13.3% and an increase in duration by 59.1%. It is to note that the increase of the duration of interruptions was due to an outage in DL2 line (Infulene – 2M) for 13 days (433h and 25min) to allow for the detour of DL10 (2M – SE6) for the construction of the second pathway of Joaquim Chissano avenue. Figure 38 graph presents the number and duration of interruptions of the main lines that compose the 66 kV network.

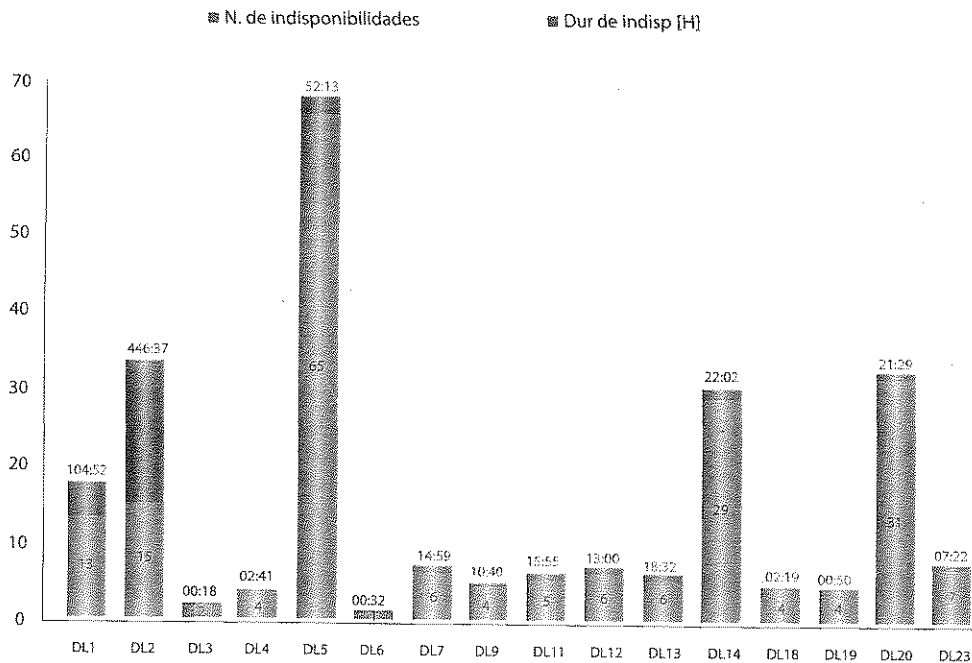


FIGURA 38:
Número e duração das indisponibilidades na rede de 66kV
 Number and duration of interruptions in the 66 kV network

Evolução do número de indisponibilidades na rede de 66kV

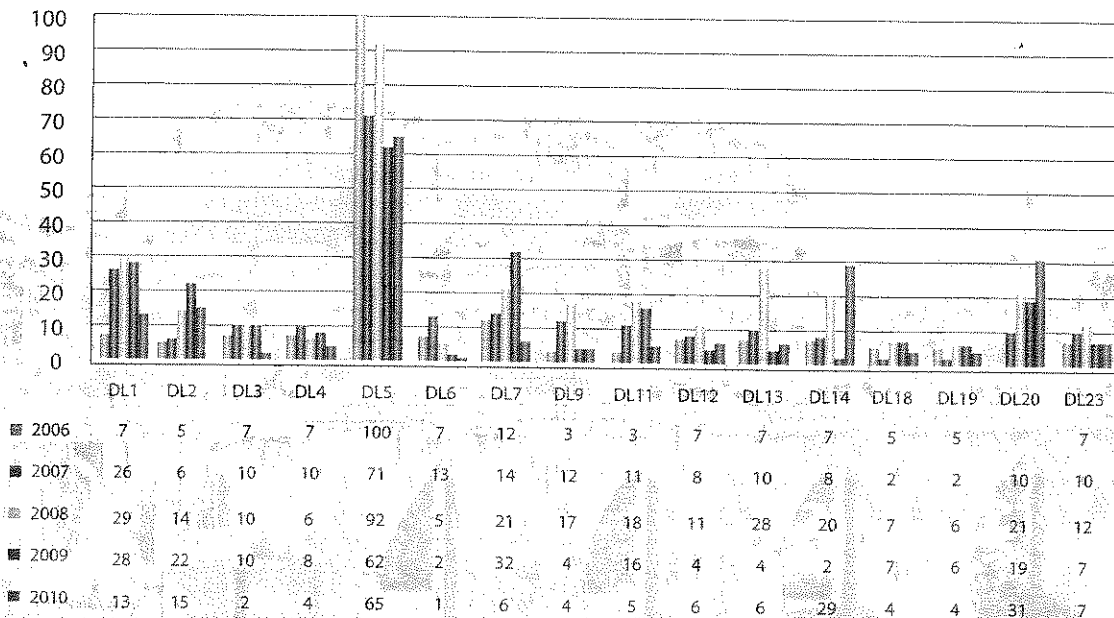


FIGURA 39:
Evolução do número de indisponibilidades na rede de 66kV
 Evolution of the number of interruptions in the 66 kV network

Do gráfico da figura 38 é notório que a DL5 (Infulene – Manhica) foi a que apresentou maior número de indisponibilidades, por razões que se prendem com o avançado estado de degradação, porém o mesmo

From figure 38 graph it's notable that DL5 (Infulene – Manhica) presented the major number of interruptions, given its advanced status of degradation, however, the same cannot be said to



Evolução da duração das indisponibilidades na rede de 66kV

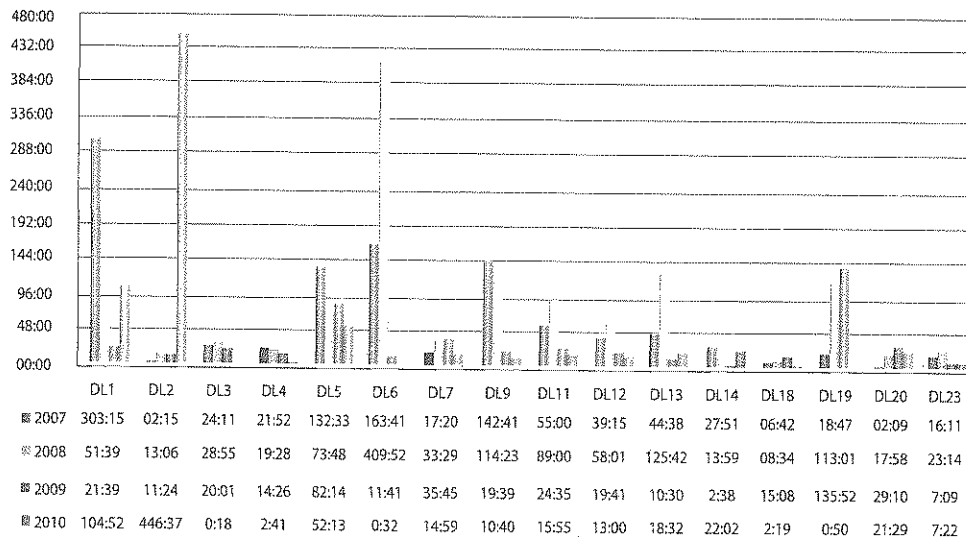


FIGURA 40:
Evolução da duração das indisponibilidades
Evolution of interruptions duration in the 66 kV network

não se pode dizer das linhas DL14 (Matola275 – Matola-Rio/Boane) e DL20 (Boane – Salamanga) cujas indisponibilidades consistiram em disparos da DL14 na Matola 275 devido a problemas de comissionamento das protecções nesta subestação.

A evolução do número de indisponibilidades nas principais linhas da rede de 66kV é apresentada no gráfico da figura 39.

No geral verifica-se que a maior parte das principais linhas desta rede apresentou uma melhoria relativamente a 2009 e a tendência crescente do número de indisponibilidades da DL7 foi contrariada, tendo esta linha atingido o menor número de indisponibilidades dos últimos 5 anos.

A evolução da duração dessas indisponibilidades é apresentada no gráfico da figura 40.

O elevado tempo de indisponibilidade da DL1 foi devido a avaria no dia 17 e 22 de Março caracterizada pela queda de poste e ruptura de cabo, enquanto que para a DL2 foi devido ao corte para permitir o afastamento do traçado da linha no âmbito da construção da segunda faixa da avenida Joaquim Chissano.

Das 202 indisponibilidades 120 foram devido a disparos nas linhas de 66kV, o que representou uma subida de 110.5% comparativamente a 2009. A evolução do número de disparos ilustra-se no gráfico da figura 41.

O aumento dos defeitos na DL1 prende-se com o facto desta linha apresentar algumas ferragens envelhe-

DL14 (Matola 275 – Matola Rio – Boane) and DL20 (Boane – Salamanga) lines, whose interruptions consisted in trippings of DL14 in Matola 275 due to protections commissioning problems in this substation.

The evolution of the number of interruptions in the main lines of the 66 kV network is presented in figure 39 graph.

Overall, the major part of the main lines in this network showed an improvement relatively to 2009 and a growing tendency of the number of interruptions in DL7 which scored the lowest number of interruptions of the last 5 years.

The evolution of the duration of these interruptions is presented in figure 40 graph.

Of the 202 interruptions, 120 were due to trippings of 66 kV lines, which represents an increase of 11.5% comparatively to 2009. The evolution of the number of trippings is illustrated in figure 41 graph.

The faults increase in DL1 is attached to the fact that this line presents some aged iron fittings that create transitory faults in this line, while the increasing faults in DL1 was due to the protections commissioning problems at Matola 275 substation, for the faults in DL20 were cleared by this lines' protections.

In 2010 DL20 was faced with the problem of broken insulators, which created transitory faults in this line.



cidas que criam defeitos passageiros nesta linha, ao passo que a DL14 foi devido a problemas de comissionamento das protecções na subestação da Matola 275, uma vez que defeitos na DL20 eram eliminados pelas protecções desta linha.

Em 2010 a DL20 deparou-se com o problema de isoladores partidos que criavam defeitos passageiros nesta linha. A evolução dos defeitos da rede de 66kV é apresentada no gráfico da figura 42.

Para o cálculo do número de defeitos por 100km de linha, foi apenas considerado 306km correspondente a rede de 66kV da ATSU.

The evolution of faults per 100 km of line in the 66 kV network is presented in figure 42 graph.

For the determination of the number of faults per 100 km of line, only 306 km belonging to 66 kV network of ATSU were considered.

Evolução dos disparos na rede de 66kV

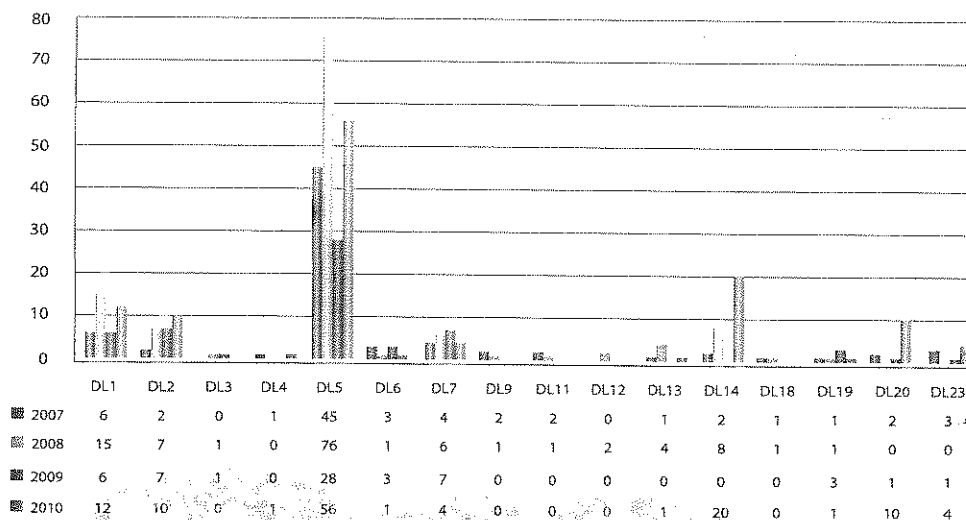
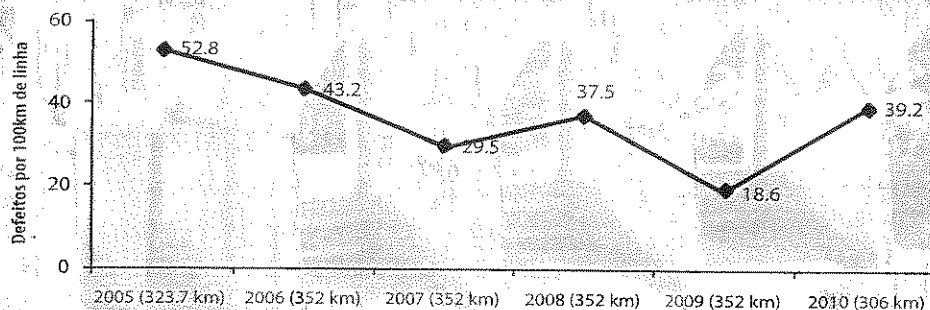


FIGURA 41:

Evolução do número de defeitos na rede de 66V

Evolution of trippings in the 66 kV network

Número de defeitos por 100km de linha na rede de 66kV



Anos e Extensão da Rede

FIGURA 42:

Evolução do número de defeitos por 100km de linha na rede de 66kV

Evolution of the number of faults per 100 km of line in the 66 kV network



6. Incidentes na Rede de Transporte

6.1. Origem dos incidentes

Os defeitos na rede de média tensão que foram eliminados pelas protecções do transformadores, estão a ser cada vez mais frequentes onde se nota um crescimento de actuações das protecções dos transformadores.

Assim, verificou-se que a maior parte dos incidentes na rede de transporte tiveram lugar nos transformadores de potência facto que é extremamente preocupante uma vez que estes incidentes criam problemas relacionados com a rigidez dieléctrica do óleo com o aumento de gases no mesmo.

Em 2010, verificou-se uma grande subida dos incidentes nos transformadores de potência superando as linhas de 110 kV o que era frequente nos anos anteriores. Entretanto, a rede de 110kV continua registando um aumento significativo de ano para ano do número de incidentes, devido a degradação das linhas da região Centro e falta de cabo de guarda nas linhas Infulene – Macia (região Sul) e a linha Alto-Molócuè – Gurúè – Cuamba – Lichinga (região Centro-Norte) e agora a prevalência de pássaros e ninhos nas torres.

6. Incidents in the Transmission Network

6.1. Source of Incidents

The frequency of the medium voltage network faults cleared by the power transformers protections is steadily growing, where the actuations of the power transformers protections are notable.

Thus, the major part of incidents in the transmission network took place in the power transformers, an extremely worrying fact, for these incidents bring about problems related with oil dielectric rigidity with the increasing of gases.

There was in 2010 a huge increase of power transformer incidents, surpassing the 110 kV lines, which was the usual in previous years. Meanwhile, the 110 kV network continued to register a significant increase of incidents, from year to year, due to degradation of the Central Region lines and lack of surge arrester cable in Infulene – Macia and Alto Molocue – Gurue – Cuamba – Lichinga (Centre – North Region) lines, and now the prevalence of birds and nests along the towers.

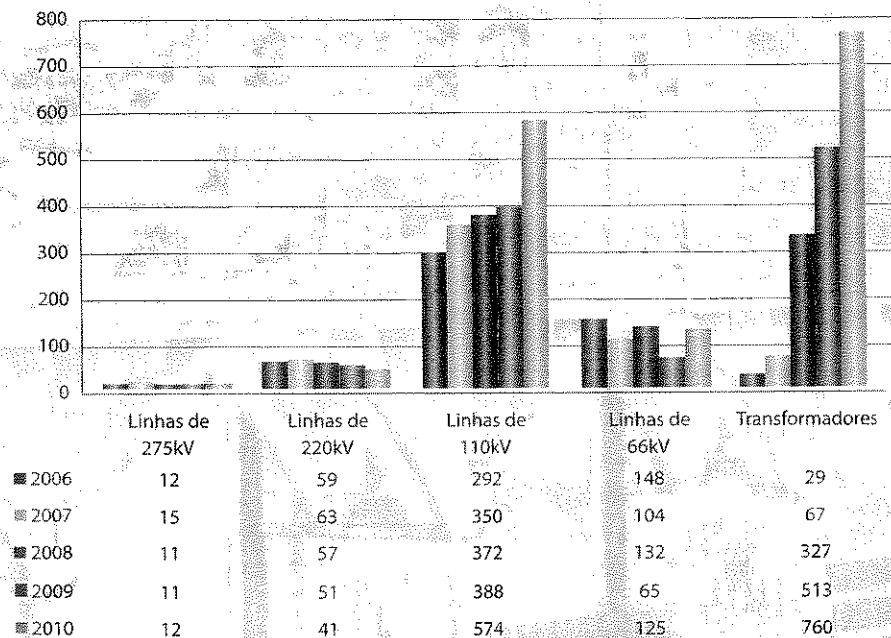


FIGURA 43:
Origem dos incidentes na Rede de Transporte
Source of the transmission network incidents

Nota de realce vai para a rede de 220kV cujos incidentes têm estado a diminuir ano pós ano tal como se pode observar no gráfico da figura 43 que indica a evolução da origem dos incidentes na rede de transporte.

Como foi referenciado, a subida drástica dos incidentes nos transformadores não está associada a defeitos nos transformadores mais sim com as linhas de média tensão que a eles estão ligados, com maior destaque para os seguintes cenários:

- SE 9 – As linhas de 33kV que estão ligadas ao transformador 2 não tem sistemas de protecções e em caso de defeitos estes são eliminados pelas protecções do transformador;
- SE 6 – A saída de 11kV não tem sistemas de protecções e todos defeitos nesta saída são eliminados pelas protecções do transformador;
- Subestação móvel do Infulene; Os defeitos da linha de média tensão que alimenta o bairro de Khongolote são eliminados pelas protecções do transformador pois esta linha a semelhança das outras de média tensão não tem nenhum sistema de protecção;
- Chimoio 1 – os defeitos da linha de 6.6kV eram eliminados pelo transformador 4.

6.2. Incidentes mais significativos

O rompimento do fiador da linha CL75 em Nhamatanda no dia 29 de Outubro, que provocava disparos dos transformadores na SE da Munhava por discordância de fases, foi o incidente de maior realce, devido ao tempo e a potência interrompida. O mesmo teve uma duração de mais de 50h e com uma potência interrompida de 47MW.

É também digno de realce o incidente de 17 de Março devido ao mau tempo na zona sul que provocou a queda de poste e roptura de cabo da DL1 e o disparo da CL1 devido a explosão da caixa terminal da saída do cabo de 33kV na Móvel de Xinavane, originando o não fornecimento de energia as províncias de Gaza e Inhambane por aproximadamente 5h.

A tabela a baixo, contém os incidentes mais significativos verificados na rede de transporte.

Highlight is given to 220 kV network whose incidents have been decreasing from year to year as shown by figure 43 graph which indicates the evolution and the source of incidents in the transmission network.

As mentioned, the steep increase of power transformers incidents is not associated with faults in the power transformers themselves, but to medium voltage lines to them connect, with emphasis to the following scenarios:

- SE9 – The 33 kV lines connected to power transformer 2 do not have protections systems and in case of faults they are cleared by the power transformer protections;
- SE6 – The outgoing 11 kV feeder does not have protections systems and all the faults in this feeder are cleared by the power transformer protections;
- Infulene mobile substation – The faults of the medium voltage line supplying Khongolote residential quarter are cleared by the power transformer protections, because this line, similarly to other medium voltage lines does not have any protection system;
- Chimoio 1 – The faults in the 6.6 kV line were cleared by the power transformer 4.

6.2. The most significant Incidents

The rupture of the drop out of CL75 line in Nhamatanda on October 29, which caused the trippings of the power transformers in Munhava substation from phases dissonance; was the most notable incident due to interrupted time and load. This incident lasted for more than 50 hours and 47 MW of load were interrupted.

is also worth of mention the incident of March 17 due to bad weather in Southern Region, which caused the falling of a tower and rupture of DL1 cable and the tripping of CL1 from end terminal box explosion of the 33 kV outgoing cable in Xinavane mobile, prompting the interruption of power supply to Gaza and Inhambane provinces for approximately 5 hours.

The table below summarizes the most significant incidents registered in the transmission network.



ATNO

Local	Data e hora	Incidente ou avaria	Duração (minutos)	Causas/ consequências	Medidas tomadas e lições para o futuro
NP220	28/9/10 23:05h	Disparo do T2	42:37h	Falta de óleo no tanque de expansão o que originou a actuação do relé buchholz	Medidas Tomadas: Acréscimo de oito tambores de óleo no tanque de expansão e religação do transformador; Ilações: Maior rigor nas inspeções de rotina pelos Operadores e penalização aos infractores .
Lichinga	8/11/10-21:19	Explosão do disjuntor de 110kV do reactor	186:17h	Fecho incompleto do disjuntor originando arco eléctrico entre os contactos e aumento de pressão de gás SF6	Do inquérito feito apurou-se falta de conhecimentos técnicos dos operadores sobre funcionamento de disjuntores e baixas qualificações técnico-profissionais face as suas atribuições. Ilações: Os operadores das SE's devem ser qualificados e capacitados para operar equipamentos e aparelhagem das SE's, incluindo uma reciclagem periódica .



ATCN

Local	Data e hora	Incidente ou avaria	Duração (minutos)	Causas/ consequências	Medidas tomadas e lições para o futuro
Linha C20 AMO- UAPE	21/2/10 11:46h	Queda duma árvore sobre a linha durante a desmatação	3h	Não observância de medidas de segurança por parte do empreiteiro (Maguési)	Reforço da coordenação de segurança com a equipa da Maguési.

ATCE

Local	Data e hora	Incidente ou avaria	Duração (minutos)	Causas/ consequências	Medidas tomadas e lições para o futuro
Linha CL76 Chibata- Chicamba- Manica	20/4/10 12:25	Roptura de cabo da linha	14h	Queda de um eucalipto da MOFLOR sobre a linha	1. Abertura de seccionador na torre 210 e reparação da avaria; Ilações: 1. Intensificação do abate selectivo das árvores.

ATNO

Ref.	Date and Time	Description	Duration	Causes	Consequences
NP220 SS	28/9/10 23:05h	TR2 trip out	42:37h	Lack of oil in the oil expansion container which originated the actuation of bucholz relay.	Addition of 8 metal barrels of oil in the oil expansion container and re-establishment of the transformer Inferences for the future: More severity in the routine inspections by the operators and penalization to the infringers.
Lichinga SS	08/11/10 21:19h	Explosion of a 110 kV reactor circuit breaker	186:17h	Circuit breaker incomplete closure, originating electric arc between contacts and SF6 gas pressure increase.	From the enquiry conducted, operators lack of technical know how about the circuit breakers operation and low levels of techno-professional qualifications against job description was concluded. Inferences for the future: The substations operators must be qualified and capacity built to operate substations equipment, including periodical retraining.

Electricidade de Moçambique



ATCN

Ref.	Date and Time	Description	Duration	Causes	Consequences
C20 Line AMO - UAPE	21/2/10 11:46h	Tree falling over a power line during bush clearing	3h	Inobservance of safety measures by the contractor (Maguési).	Reinforcement of the safety coordination with Maguési team.

ATCE

Ref.	Date and Time	Description	Duration	Causes	Consequences
CL76 Line Chibata - Chicamba - Manica	20/04/10 12:25	Rupture of the line cable	14h	Falling of MOFLOR eucalyptus over the line.	1. Isolator opening in tower 210 and reparation of the damage. Inference for the future: Intensification of selective tree felling.

Qualidade Técnica da Rede de Transporte - 2010



ATSSU

Localidade	Data e Hora	Incidentes	Duração (h)	Causas/Consequências	Medidas tomadas e lições para o futuro
SE Infulene BL2,	11/1/10 2h:20m	Interrupção da linha Komatipoort - Infulene 275kV	4h	Avaria dum polo do disjuntor	Assegurar a reabilitação da SE Infulene e o reforço da rede primária de 275kV
DLS Infulene - Manhiça	25/1/10 4h:25m	Interrupção de fornecimento a Manhiça, Riopele e Mabor	4h	Quebra de isolador	Localização da avaria e substituição do isolador deficiente. Esta linha carece dum projecto de reabilitação de raiz.
SE Macia TR1	18/2/10 3h:18m	Interrupção de fornecimento de energia a Macia	9h	Disparo do disjuntor de 110kV do TR1 devido a um defeito no termómetro	Isolado e reparado o equipamento defeituoso pela equipa da especialidade

Localidade	Data e Hora	Incidentes	Duração (h)	Causas/Consequências	Medidas tomadas e lições para o futuro
Linha CL75 Chibata-Beira 2	07/5/10 14:05	Quebra de fiador	1,5	Sobreaquecimento devido ao mau contacto	<ol style="list-style-type: none"> Alimentação alternativa das Subestações afectadas; Reparação e energização da linha. Lições: <ol style="list-style-type: none"> Importante a reposição dos Seccionadores e a realização de inspecções termográficas.
Linha CL75 Chibata-Beira	30/07/10 10:18	Queda de condutor na torre 267,	26h	Vandalismo	<ol style="list-style-type: none"> Alimentação alternativa da rede eléctrica afectada; Reparação e energização da linha. Lições Usar binóculos para verificação das ferragens.
Linha CL75 Chibata-Beira	29/10/10 20:15	Rompimento de fiador em Nhamatanda	50h	Sobreaquecimento por mau contacto	Necessidade de maior capacidade de análise de incidentes e celeridade na localização de avarias
Linha CL75 Chibata-Beira	21/11/10 06:10	Queda de condutor perto da Munhava	14h	Curto-circuito provocado por pássaro	

Line	Date	Incident Description	Duration	Cause	Consequences / Inferences
CL75 Line Chibata – Beira 2	07/05/10 14:05h	Drop out falling	1.5h	Overheating due to bad contact	<ol style="list-style-type: none"> Alternative power supply to affected substations; Reparation and service restoration. <p>Inferences for future:</p> <ol style="list-style-type: none"> Important to replace the isolators and the execution of thermo graphic inspections.
CL75 Line Chibata – Beira2	30/07/10 10:18h	Falling cable in tower 267	26h	Vandalism.	<ol style="list-style-type: none"> Alternative power supply to affected electric grid. Reparation and restoration of the service. <p>Inferences for the future:</p> <p>Use binoculars to spot out the iron fittings.</p>
CL75 Line Chibata – Beira2	29/10/10 20:15h	Rupture of drop out in Nhamatanda	50h	Overheating form bad contact.	Necessity for increased capacity in the analysis of incidents and celerity in the faults location.
CL75 Line Chibata – Beira2	21/11/10 06:10h	Falling cable near Munhava	14h	Short-circuit caused by a bird.	

ATSU

Line	Date	Incident Description	Duration	Cause	Consequences / Inferences
Infulene SS BL2	11/01/10 2:06h	Outage of Komatipoort – Infulene line, 275 kV	4h	Breakdown of a circuit breaker pole.	Secure the refurbishment of Infulene substation and the reinforcement of 275 kV primary network.
DL5 Line Infulene – Manhiça	25/01/10 4:25h	Power supply interruption to Manhiça, Riopelo and Mabor	4h	Breakage of insulator.	Location of the fault area and replacement of the deficient Insulator. Inferences for the future: this line is in deep need of refurbishment.
Macia SS TR1	18/02/10 3:18h	Power supply interruption to Macia	9h	110 kV TR1 Circuit breaker trip out due to a faulty thermometer.	Defective equipment isolated and repaired by specialized team.





SE Macia CL2	18/2/10 3h:58m	Interrupção de fornecimento de energia as províncias de Gaza/Inhambene	8h	Defeito do mecanismo de fecho do polo da fase R do disjuntor da CL2	Reparado equipamento defeituoso pela equipa da especialidade;
SE Infulene BL2	17/3/10 16:00h	Queda do condutor da linha de 275kV Komatipoort - Infulene em cinco vãos na sequência de mau tempo	32h	Baixo nível de tensão do sistema, devido à coincidência desta avaria com a queda da linha de 400kV Arnot - Maputo.	Mobilizada a equipa de linhas tendo repostado a linha em serviço na noite do dia seguinte; Restrições em Lindela por baixo nível de tensão 110kV
SE Matola Gare DL1B	17/3/10 16:49m	Queda do poste 135 e roptura do cabo fase R da linha DL1 entre Matola Gare e Boane	72h	Afectou a SE Beluluane e Matola Gare por 5h	Alimentou-se a SE de Beluluane através de Boane, via DL14/SE Matola 275 registando-se baixas tensões nas horas de ponta
SE Infulene CL1	17/3/10 17:45h	Avaria da SE Movel de Xinavane, barramento de 33kV	6h	Defeito no transformador de tensão de 33kV	Isolados os painéis de 33kV e alimentada a carga através dum barramento exterior montado provisoriamente, com protecção por drops outs
SE Infulene DL1	22/3/10 23:19h	Queda dum poste e roptura de isoladores nos postes 11 e 12	24h	Afectou a SE Beluluane e Matola Gare por 2h	Alimentou-se a SE de Beluluane e Matola Gare através de Boane, via DL14/SE Matola 275
Linha DL5 Infulene - Manhiça	30/3/10 23:26m	Interrupção de fornecimento a Mabor e Riopele	9h	Defeitos de isoladores da fase T no poste 13	Isolado o troço Infulene - Manhiça. Alimentada Mabor, Riopele e Manhiça por fontes alternativas. O transformador da Macia ficou mais sobrecarregado nesta ocasião.
Linha BL2 Komatipt - Infulene	31/3/10 16:10m	Roptura de união do cabo entre torres 81 e 82	23.5h	Instabilidade das tensões no sistema, devido a prevalência da avaria da linha de 400kV Arnot - Maputo.	Mobilizada de imediato a equipa de linhas para a reparação da avaria
SE7 DL23	13/06/10 17:53m	Actuação da protecção de sobrecarga	1h	Interrupção no fornecimento a 4 subestações: SE4, SE5, SE6 e SE8	Redistribuição da carga na SE8 e SE4, reset da protecção e re-estabelecimento do sistema.

Line	Date and Time	Incident Description	Duration	Causes	Consequences
Macia SS CL2 Line	18/02/10 3:58h	Power supply interruption to Gaza and Inhambane provinces	8h	CL2 phase R circuit breaker pole closing mechanism defect.	Defective equipment repaired by specialized team.
Infulene SS BL2 Line	17/03/10 17:45h	Falling cable in the 275 kV line, Komatipoort – Infulene in five spans from bad weather condition	32h	Low level of the system voltage due to the coincidence of this fault with the falling of the 400 kV line Arnot – Maputo.	Line teams deployed and restored the service back to business in the following night. Load shedding in Lindela from low level of 110 kV voltage.
Matola Gare SS DL1B Line	17/03/10 16:49h	Falling of tower 135 and rupture of DL1 phase R cable between Matola Gare and Boane.	72h	Beluluane and Matola Gare substations affected for 5 hours.	Beluluane substation supplied through Boane, via DL14/Matola 275 SS, low levels of voltage registered during peak hours.
Infulene SS CL1 Line	17/03/10 17:45h	Breakdown of Xinavane mobile substation, 33 kV bus bar.	6h	33 kV voltage transformer defect.	33 kV bays isolated and load supplied through an exterior bus bar temporarily installed, with drop outs protections.
Infulene SS DL1 Line	22/03/10 23:19h	Falling of a tower and rupture of insulators in towers 11 and 12.	24h	Beluluane and Matola Gare substations affected for 2 hours.	Beluluane and Matola Gare substations supplied through Boane, via DL14/Matola 275 kV substation.
DL5 Line Infulene - Manhiça	30/03/10 23:26h	Power supply interruption to Mabor and Riopete	9h	Phase T insulator defect in tower 13.	Path Infulene – Manhiça isolated. Mabor, Riopete and Manhiça supplied by alternative sources. Macia power transformer was over loaded in the occasion.
BL2 Line Komatipoort - Infulene	31/03/10 16:10h	Cable joint rupture between towers 81 and 82.	23,5h	Voltage instability in the system due to the breakdown of the 400 kV line, Arnot – Maputo.	Line teams deployed immediately for the reparation of the fault.
SE7 substation DL23	13/06/10 17:53h	Over load protection actuation.	1h	Power supply interruption to 4 substations: SE4, SE5, SE6 and SE8.	Load redistribution in SE8 and SE4, re-set of protection and re-establishment of the system.





Localização	Data	Descrição do Incidente	Duração	Causa	Impacto e Ações
Chicumbane TR1	15/6/10	Interrupção do fornecimento de energia a cidade de Xai-Xai, Chidenguele e vilas circunvizinhas		Avaria do mecanismo do tap changer do transformador	Bloqueio do tap changer e energização do transformador
SE 7 DL23	03/07/10 17:31	Fiador partido na DL23 a 2,55km da SE7	4h	Interrupção do fornecimento à SE4, SE5, SE6 e SE8 de 48MW	Localização e reparação da avaria. Necessidade de realizar termografia nas linhas
SE Matola DL15	19/08/10 23:12	Interrupção de fornecimento à Cimentos e Porto da Mozal	2.5h	Roptura numa caixa terminal de cabo de saída da linha	<ul style="list-style-type: none"> Isolado o cabo avariado Shunts entre DL14/ DL15 para alimentar as cargas interrompidas lições: Deverá fazer-se o bypass dos cabos de saída por linhas aéreas

Resumidamente verificou-se que:

- A maioria dos eventos ocorridos no sistema foi de natureza operacional e esteve associado ao estado precário de algumas infra-estruturas degradadas ou em regime de sobrecarga, tais como as linhas de 66kV (ATSU) e de 110kV (ATCE);
- 95% dos incidentes ocorridos na rede da ATCE estão relacionados com a roptura de fiadores ou de condutores de fase, que indiciam a existência de pontos quentes em uniões de condutores, face ao aumento de carga no sistema;
- A termografia das linhas torna-se imperiosa para mitigar futuras ocorrências;
- 90% do tempo de indisponibilidade registado no sistema foi gasto na pesquisa e localização dos defeitos, o que revela lacunas na capacidade de análise de incidentes e a necessidade de instalar localizadores de defeitos de alta precisão – TWS, em substituição dos localizadores associados aos relés de protecção;
- A falta de acesso às servidões é um factor agravante na pesquisa de avarias nas linhas.

Place	Date	Description	Duration	Impact	Consequences
Chicumbane SS TR1	15/06/10	Power supply interruption to the City of Xai-Xai, Chidenguele and surrounding towns.		Power transformer voltage tap changer mechanism breakdown.	Blockage of the tap changer and restoration of the transformer.
SE7 SS DL23	13/07/10 17:31h	Broken drop out in DL23, 2,55 km away of SE7.	4h	48 MW of Power supply interruption to SE4, SE5 and SE8.	Location and reparation of the fault. Necessity to undertake thermographs in the lines.
Matola SS DL15	19/08/10 23:12	Power supply interruption to Cimentos and Mozal Porto.	2.5h	Rupture of the cable end terminal box in the line outlet.	<ul style="list-style-type: none"> Damaged cable isolated; DL14 and DL15 shunted to supply the interrupted loads. Inferences for the future: Cable bypasses must be made through over head lines.

In Summary the following was realized:

- The majority of the events occurring in the system was of operational nature and was associated with the precarious status of some degraded infrastructure or under/over load condition, such as the 66 kV lines in ATSU and the 110 kV lines in ATCE;
- 95% of incidents occurring in ATCE network are related with rupture of drop outs or phase cables, which suggests the existence of hot spots in the cable joints, given the load growth in the system;
- The thermographs of the lines turns into an imperative matter to mitigate future occurrences;
- 90% of the outage time registered in the system was spent in the evaluation and location of the faults, which reveals lacunas in the incidents analysis capacity and the need to install high precision fault locators - TWS in replacement of the locators associated with the protection relays;
- The lack of access in the line servitude is an exacerbating factor in the faulty evaluation in the lines.



7. Considerações finais

7.1. Qualidade da Informação

A informação utilizada neste relatório para a análise do desempenho da rede de transporte (linhas de transporte e transformadores de potência) foi compilada nas Áreas de transporte (com a excepção do CND onde a compilação foi feita no Centro Nacional de despacho) e verificada centralmente com base na informação diária das ocorrências da rede de transporte.

Relativamente aos dados referentes a infra-estrutura de comunicações, a compilação e análise foi feita pelo Departamento de Telecomunicações e a análise dos transformadores (em termos físicos e eléctricos e não operacional) foi feita pelo Departamento de Equipamentos e Infra-estrutura.

7. Final consideration

7.1. Quality of Information

The information used in this report for the performance analysis of the transmission network (transmission lines and power transformers) was compiled in the transmission Areas (with the exception of the CND where the compilation was conducted by the National Control Center) and verified centrally based on daily information of events in the transmission network.

Relatively to the data referring to the telecommunication infrastructure, the analysis and compilation was made by the Telecomm Department and the analysis of the power transformers (in physical and electrical terms and not operational) was conducted by the Department of Equipment and Infrastructure – DEI.



8. Terminologia

ATSU – Área de Transporte Sul

ATCE – Área de Transporte Centro

ATCN – Área de Transporte Centro-Norte

ATNO – Área de Transporte Norte

Carga - valor, num dado instante, da potência activa fornecida em qualquer ponto de um sistema, determinada por uma medida instantânea ou por uma média obtida pela integração da potência durante um determinado intervalo de tempo. A carga pode referir-se a um consumidor, um aparelho, uma linha, ou uma rede.

Circuito - sistema de três condutores através dos quais flui um sistema trifásico de correntes eléctricas.

Corrente de curto-circuito - corrente eléctrica entre dois pontos em que se estabeleceu um caminho condutor ocasional e de baixa resistência.

Duração média das interrupções do sistema (SAIDI - System Average Interruption Duration Index) - é o tempo médio das interrupções acidentais de tempo igual ou superior a 1 minuto.

Energia não fornecida (ENF) - valor estimado da energia não fornecida nos pontos de entrega, devido a interrupções de fornecimento.

Equipamento de Protecção (vulgo protecção) - equipamento que incorpora, entre outras, uma ou mais funções de protecção.

Exploração - conjunto das actividades necessárias ao funcionamento de uma instalação eléctrica, incluindo as manobras, o comando, o controlo, a manutenção, bem como os trabalhos eléctricos e os não eléctricos.

Fornecimento de energia eléctrica - venda de energia eléctrica a qualquer entidade que é cliente do distribuidor e concessionária da RNT.

Frequência média de interrupções do sistema (SAIFI - System Average Interruption Frequency Index) - quociente do número total de interrupções nos pontos de entrega, durante determinado período, pelo número total dos pontos de entrega, nesse mesmo período.

Incidente - qualquer anomalia na rede eléctrica, com origem no sistema de potência ou não, que requeira ou cause a abertura automática de disjuntores.

Indisponibilidade - situação em que um determinado elemento, como um grupo, uma linha, um transformador, um painel, um barramento ou um aparelho,

8. Terminology

ATSU – South Area Transportation

ATCE – Centre Area Transportation

ATCN – Area Transportation North Central

ATNO – Northern Area Transport

Circuit: Is a system of three conductors through which flows an electric current of three-phase system.

Connection network: is the network constituted by High Voltage and Very High Voltage, which establishes connection between the National Transmission Network and the network of the neighboring countries.

Correct Performance of a Protection System: it is said that a protection system had a correct performance when, in the presence of a power system fault, promotes only the opening of the necessary circuit breaker for the isolation of the affected elements in the short time foreseen.

Corrective Maintenance (restoration): combination of technical and administrative actions carried out upon a detection of a breakdown and for the replacement of an electric installation functioning.

Point of Delivery (Supply): is considered PDE of transmission network the Medium Voltage bus bars (33, 22, 11 e 6.6kV) which are directly connected to transmission network (400, 330, 275, 220, 110 and 66kV) through one or more power transformers, excluding the Medium Voltage bus bars for compensation equipment (reactors, condenser and SVC).

Distribution network: part of the network used to conduct energy, inside consumption zone to the final consumers.

Electric fault: any malfunction in the power system resulting from an isolation loss, which requires the automatic opening of a circuit breaker

Electric energy supply: sale of electric energy to any entity that is client to distributor and RNT concessionary.

Exploration: set of activities required for operation of an electrical installation, including maneuvers, command, control, maintenance, as well as electric and non-electric works.

Incident: any malfunction in the electric network, with or without source in power system, which requires or cause the automatic opening of circuit breakers.





não se encontra apto a responder em exploração as solicitações de acordo com as suas características técnicas e parâmetros considerados válidos.

Instalação (elétrica) - conjunto dos equipamentos eléctricos utilizados na Produção, no Transporte, na Conversão, na Distribuição e na Utilização da energia eléctrica, incluindo as fontes de energia, como as baterias, os condensadores e todas as outras fontes de armazenamento de energia eléctrica.

Interrupção do fornecimento ou da entrega - situação em que o valor eficaz da tensão de alimentação no ponto de entrega é inferior a 1 % da tensão declarada Uc, em pelo menos uma das fases, dando origem, a cortes de consumo nos clientes.

Ponto de entrega - Consideram-se PDE da rede de transporte os barramentos de média tensão (33, 22, 11 e 6.6kV) que estejam directamente ligados a rede de transporte (400, 330, 275, 220, 110 e 66kV) através de um ou mais transformadores de potência. Excluindo os barramentos de média tensão dedicados aos equipamentos de compensação (reactores, banco condensadores e SVC).

Potência nominal - é a potência máxima que pode ser obtida em regime contínuo nas condições geralmente definidas na especificação do fabricante, e em condições climáticas precisas.

Produtor - entidade responsável pela ligação a rede e pela exploração de um ou mais grupos geradores.

Rede - conjunto de subestações, linhas, cabos e outros equipamentos eléctricos ligados entre si com vista a transportar a energia eléctrica produzida pelas centrais até aos consumidores.

Rede de distribuição - parte da rede utilizada para condução da energia eléctrica, dentro de uma zona de consumo, para o consumidor final.

Rede de Interligação - é a rede constituída por linhas de Alta Tensão e muito Alta Tensão que estabelecem a ligação entre a Rede Nacional de Transporte e a rede de transporte dos países vizinhos.

Rede de transporte - parte da rede utilizada para o transporte da energia eléctrica, em geral e na maior parte dos casos, dos locais de produção para as zonas de distribuição e de consumo.

Rede Nacional de Transporte de Energia Eléctrica (RNT) - Conjunto de sistemas utilizados para o transporte de energia eléctrica entre regiões, dentro do país ou para outros países, para a alimentação de redes subsidiárias e inclui os sistemas de ligação entre redes, entre centrais ou entre redes e centrais.

Incorrect performance of a Protection System: it is defined that a protection function had an incorrect performance when performed in an impermissible way or non-selective, when fails its performance or had a worse functioning.

Incorrect performance of a Protection Function: is defined that a protection function has an incorrect performance when act in an untimely way, not selective or faulted in its performance.

Inopportune performance of a Protection Function: is a behavior type of a function that is characterized by its performance in the absence of any disturbance in the power system.

Installation (electrical): set of electric equipment used in Production, Transmission, Conservative, Distribution and Use of electric energy, including sources of energy, as battery, condensers and all other sources of electric energy storage.

Load: value, in determined instant, of active power supplied at any system point, determined by an instantaneous measure or by a measure obtained by the power integration during a determined spare of time. Load can refer to a consumer, a machine, a line or a network.

Maneuvers: actions to carry out scheme changes of an exploration, or to satisfy, in each moment, the equilibrium between protection and consumption or program agreed for a set of international connections, or yet to regulate voltage levels or reactive energy production in a more convenient value, as well as determined actions to disconnect or connect installations for works.

Manufacturer: entity responsible for network connection and for leasing of one or more entity responsible for network connection and exploration of one or more generators groups.

National Transmission Network of Electric Energy (RNT): set of systems used to transmit electric energy between regions, inside the country or to other countries, to feed subsidiaries network and include the connection systems between networks, power station or between networks and power stations.

Network: set of substations, lines, cables and electric equipments connected together in order to transmit electric energy produced by the power stations to consumers

Nominal power: is maximum power, which can be acquired, in a continuous regime in conditions usually

Tempo médio de reposição dos sistema (SARI – System Average Restoration Index) - É o valor médio dos tempos das interrupções de serviço de tempo igual ou superior a 1 minuto num intervalo de tempo determinado (geralmente um ano).

Actuação incorrecta de uma Função de Protecção: Define-se que uma função de protecção teve uma actuação incorrecta quando actuou duma forma intempestiva, não selectiva ou falhou a sua actuação.

Actuação Intempestiva de uma Função de Protecção: é o tipo de comportamento de uma função que se caracteriza pela sua actuação na ausência de qualquer perturbação no sistema de potência.

Actuação não Selectiva de uma Função de Protecção: é o tipo de comportamento de uma função de protecção que se caracteriza pela actuação perante a existência no sistema de potência de uma perturbação para a qual não deveria ter actuado.

Anomalia no Sistema de Potência: estado de funcionamento do sistema de potência (por exemplo, em tensão, corrente, potência, frequência, estabilidade) fora das condições normais.

Comportamento Correcto de um Sistema de Protecção: diz-se que um sistema de protecção teve um cortamento correcto quando, perante a existência de uma perturbação no sistema de potência, promove apenas a abertura dos disjuntores estritamente necessários ao isolamento dos elementos afectados no menor tempo previsto.

Comportamento Incorrecto de um Sistema de Protecção: define-se que uma função de protecção teve um comportamento incorrecto quando actuou de uma forma intempestiva ou não selectiva, quando falhou a sua actuação ou quando teve um mau funcionamento.

Defeito Eléctrico: qualquer anomalia no sistema de potência resultante de uma perda de isolamento que requeira a abertura automática do disjuntor.

Disparo: abertura automática do disjuntor provocando a saída da rede de um elemento ou equipamento.

A abertura automática é comandada por órgãos de protecção da rede, em consequência de um incidente ou devido à superação dos limites de regulação dos parâmetros da protecção.

Falha de Actuação de uma Função de Protecção: tipo de comportamento de uma função de protecção que perante uma perturbação no sistema de potência deveria ter actuado e não o fez.

defined by manufacturer specifications, and climatic conditions clearly determined.

Non-delivered energy (NDE): non-delivered energy estimated value in delivered point, due to supply interruptions.

Non-Selective Performance of a Protection

Function: is the performance type of a protection function which is characterized by its operation in the presence of a disturbance in the power system to which should not perform.

Occurrence: Any occurrence in the electric network, with or without source in the power system, which requires or causes an automatic leak in the circuit breakers.

Performance Fault of a Protection Function:

performance type of a protection function, which in the presence of one disturbance in the power system should be acted and did not act.

Planned Interruptions: Are interruptions included in an annual plan of interruptions for preventive maintenance.

Power system fault: functioning status of power system (example voltage, current, power, frequency, stability) apart from normal conditions.

Preventive Maintenance (preservation):

combination of technical and administrative actions carried out with the objective to reduce the breakdown possibility or degradation of the electric installation functioning.

Protection Equipment: equipment that incorporates, besides others, one or two protection functions.

Protection System: set of protection equipments and other devices required to identify disturbances in the power system and promotes the aperture of the extremely necessary circuit breaker to isolate the affected elements in a possible short space of time.

Performance Time of a Protection System: is the average time between the start of a disturbance in the power system and the performance of the last function in the protection system which prepared the tripping and is essential to the disturbance elimination, by the aperture of the associated circuit breaker(s).

Restoration: close of a manual or automatic circuit breaker, before definitive trippings or planned opening or transitory.





Flutuação de Tensão: série de variações da tensão ou variação cíclica da envolvente da tensão.

Frequência da Tensão de Alimentação: taxa da repetição da onda fundamental da tensão de alimentação, medida durante um dado intervalo de tempo (em regra um segundo).

Incidente: qualquer anomalia na rede eléctrica, com origem no sistema de potência ou não, que requeira ou cause a abertura automática de disjuntores.

Indisponibilidade Planeada: indisponibilidade incluída num plano anual de indisponibilidades para manutenção preventiva.

Indisponibilidade Programada: indisponibilidade prevista com uma antecedência de pelo menos 24 horas.

Manobras: acções destinadas a realizar mudanças de esquema de uma exploração, ou a satisfazer, a cada momento, o equilíbrio entre a produção e o consumo ou o programa acordado para o conjunto das interligações internacionais, ou ainda a regular os níveis de tensão ou a produção de energia reactiva nos valores mais convenientes, bem como as acções destinadas a desligar ou religar instalações para trabalhos.

Manutenção correctiva (reparação): combinação de acções técnicas e administrativas realizadas depois da detecção de uma avaria e destinadas à reposição do funcionamento de uma instalação eléctrica.

Manutenção Preventiva (conservação): combinação de acções técnicas e administrativas realizadas com o objectivo de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de uma instalação eléctrica.

Reposição: fecho do disjuntor manual ou automático, após disparo definitivo ou abertura programada ou fortuita.

Selectividade: característica de um sistema de protecção que caracteriza a sua capacidade de ao ser chamado a actuar perante a existência de uma perturbação no sistema de potência, promover unicamente a abertura dos disjuntores que são essenciais para eliminar essa perturbação.

Sistema de Protecção: conjunto de equipamentos de protecção e outros dispositivos destinados a identificar perturbações no sistema de potência e a promover a abertura dos disjuntores estritamente necessários ao isolamento dos elementos afectados no mais curto espaço de tempo possível.

Tempo de Actuação de um Sistema de protecção: é o tempo que medeia entre o início de uma perturbação no sistema de potência e a actuação da última função de protecção do sistema de protecção que elaborou disparo e é essencial para a eliminação da perturbação, pela abertura do(s) disjuntor(es) associado(s).

Scheduled interruptions: interruptions foreseen with an antecedence of at least 24 hours.

Selectivity: characteristic of a protection system which characterizes its capacity to act when is required in the presence o a power system disturbance, promoting the commissioning of the essential circuit breaker for this disturbance.

Short-Circuit Current: electric current between two points in which an occasional conductive way with low resistance is established.

Tripping: automatic opening of circuit breaker provoking the retirement of an element or equipment in the network.

The automatic opening is directed by network protection body, in consequence of an incident or due to over action of the protection parameters regulation limits.

Supply or Delivery Interruption: status in which the efficient value of supplying voltage at delivered point is inferior to 1 % of the U_c voltage declared, in at least one phase, originating interruption of the clients' consumption.

System Average Interruption Duration Index (SAIDI): is the accidental interruption average time equal or superior to 1 minute.

System average interruption Frequency Index (SAIFI): coefficient of the total number of interruptions in the delivered points, during a determined period, by total number of deliver point; at the same period.

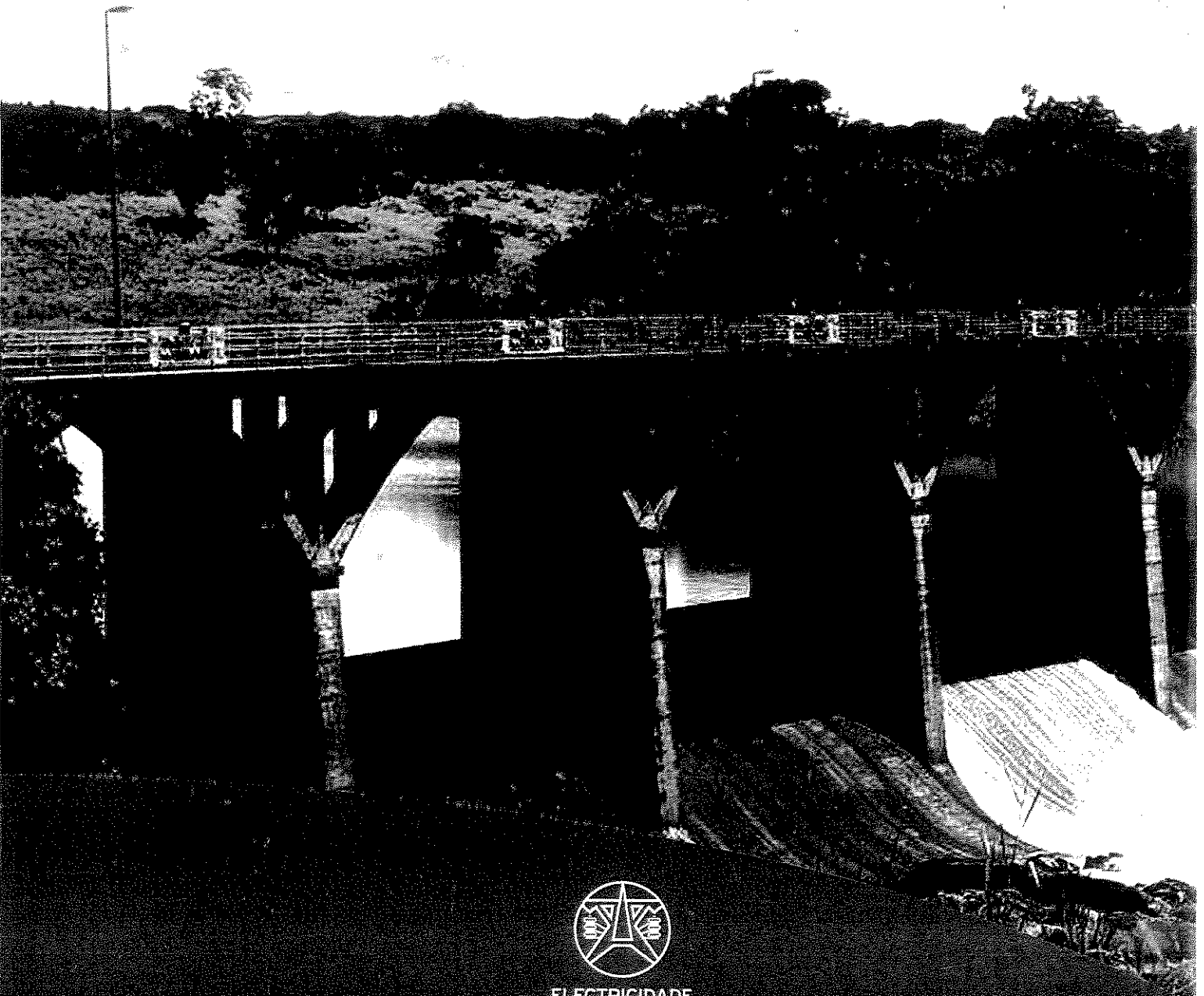
System Average Restoration Index (SARI): is average value of service interruption period of time equal or superior to 1 minute in a determined break (generally a year).

Transmission Network: part of the network used to transmit electric energy, in general and in many cases, from production site to distribution and consumption zones.

Interruptions: situation in which a determined element, as a group, line, transformer, panel, bus bar or machine, are not apt to respond in exploration the requirements according to its technical characteristics and valid parameters.

Voltage Fluctuation: series of voltage variation or cyclic variation of the evolving voltage.

Voltage of Supplying Frequency: repetition rate of the principal supplying voltage, measured during a determined time space (as a rule of thumb one second).



ELECTRICIDADE
DE MOCAMBIQUE E.P