



GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL UTILIZADO NA USINA HIDRELÉTRICA ITAIPU BINACIONAL

MARCOS ROGERIO GOES TRIGUEIROS (1); PAULO ZANELLI JUNIOR (1); CARLOS ALBERTO CENTURION VALDEZ (1);

ITAIPU BINACIONAL (1)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma abordagem proativa da gestão de segurança operacional adotada pela Itaipu Binacional, através de um sistema de acompanhamento capaz de disponibilizar informações dinâmicas relacionadas à segurança operacional da planta. As informações são disponibilizadas por meio de indicadores, no qual o valor atribuído considerada um conjunto de regras e cálculos que pondera o peso das informações relacionadas a disponibilidade dos equipamentos, trabalhos em andamento e de supervisão e controle em intervalo de tempo. O indicador representa a visão geral da segurança operacional e possibilita identificar o quanto as instalações estão operando próximas as condições ideais de projeto.

PALAVRAS-CHAVE

Segurança Operacional – Operação – Engenharia de Resiliência – Itaipu Binacional – *Business Intelligence*

1.0 INTRODUÇÃO

A Itaipu é uma empresa Binacional de geração de energia elétrica, pertencente ao Brasil e Paraguai, cuja finalidade é operar e manter a maior usina hidrelétrica em geração de energia do mundo, a usina hidrelétrica de Itaipu. A usina está localizada no Rio Paraná próximo a foz do Rio Iguaçu e possui capacidade instalada de 14.000MW distribuídos em 20 unidades geradoras de potência de 700MW cada.

Em 2020 a usina hidrelétrica de Itaipu foi responsável pelo atendimento de 10,8% da energia elétrica consumida no Brasil e de 88,5% do consumo de energia elétrica do Paraguai e ultrapassou a marca de 2,7 bilhões de MWh produzidos (1). Tais números refletem a importância estratégica da Itaipu Binacional no contexto econômico do Brasil e Paraguai e a necessidade de se manter uma operação confiável.

Para que as empresas, como a Itaipu Binacional, mantenham uma operação confiável e bem-sucedida considerando um contexto de aumento da complexidade operacional, é importante evoluir a gestão da segurança operacional: de reativa, baseada na análise de eventos após sua ocorrência, para proativa, baseada na capacidade de prover informações relacionadas a consciência situacional do estado das instalações e de falhas não previstas.

Com o objetivo de otimizar a análise das condições que apresentam as vulnerabilidades na segurança operacional, a abordagem de gestão de segurança conhecida como Engenharia de Resiliência vem sendo utilizada em ambientes de alto risco (2). Aplicada a organizações, a resiliência apresenta capacidades que permitem gerenciar atividades a fim de antecipar e evitar ameaças à sua existência e a seus objetivos (3). Para a Engenharia de Resiliência, a gestão de segurança operacional tradicional – denominada “Segurança-I” – foca em manter a taxa de acidentes/incidentes em um nível o mais baixo possível, enquanto a nova gestão – “Segurança-II” – foca na probabilidade de sucesso levando em consideração a maior parte da operação normal, ou “o que normalmente dá certo”, tornando a gestão mais proativa do que reativa (4).

Um estudo (5) feito na usina Itaipu Binacional, no período de 2006 a 2015, relacionado a manobras operacionais de quatro manobras típicas selecionadas, apresenta a quantidade de falhas de manobra que resultaram em perda de produção de energia, confiabilidade ou em danos em equipamentos. Através da Figura 1, é possível observar que as falhas representam 0,025% enquanto as manobras bem sucedidas representam 99,975%, sinalizando fortemente que a gestão proativa de segurança é um modo bem vindo de manter a operação confiável.

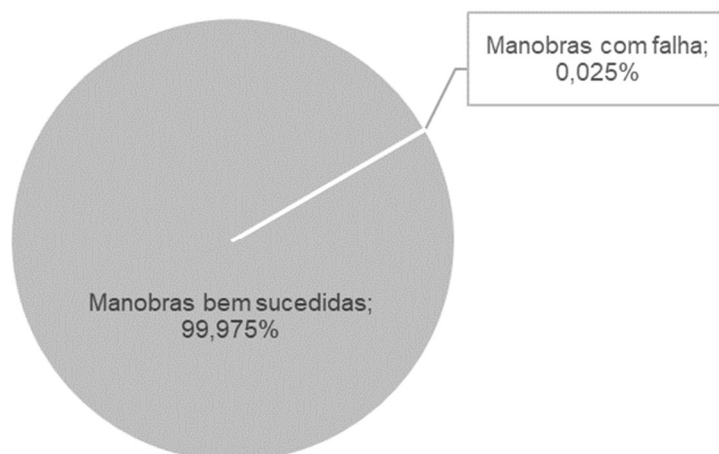


Figura 1 - Manobras bem-sucedidas x falhas na Itaipu Binacional, período 2006 a 2015

Portanto, conhecer as instalações e dispor de informações sobre a sua consciência situacional é uma maneira fundamental de atender os requisitos de uma gestão proativa da segurança operacional. Este artigo apresenta um dos passos adotados a fim de tornar proativa a abordagem de segurança operacional da Itaipu Binacional: a implementação de um sistema de acompanhamento da segurança operacional, através de um indicador que utiliza o *know-how* das equipes de operação, capaz de apresentar o status da condição da segurança operacional da planta industrial. Este trabalho refere-se há como foi criado o indicador, desde opiniões estruturadas do *staff* técnico-operacional que atuam desde 1984 na operação da usina, as técnicas e heurísticas de *business intelligence*. O resultado é uma estrutura hierárquica de seis níveis que capta mais de 15.000 pontos da instalação, desde o nível de processo combinando-os entre si, através de regras e cálculos, até o nível do indicador principal do SOP, que por sua vez, representa a visão geral da condição de segurança operacional da Itaipu Binacional, suas subestações, sistemas auxiliares, casa de força e barragem.

2.0 - DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

2.1 - Modelo de gestão da operação

A superintendência de operação da Itaipu Binacional adota um Modelo de Gestão da Operação, baseado em um modelo *Balanced Scorecard*, cujo objetivo é atender à produção de energia, subordinando-a à segurança das pessoas, das instalações e do meio ambiente no entorno da usina.

Através do Modelo de Gestão da Operação da Itaipu Binacional, apresentado na Figura 2, é possível identificar quais os requisitos necessários para a garantir a “Excelência da Operação da Usina”.



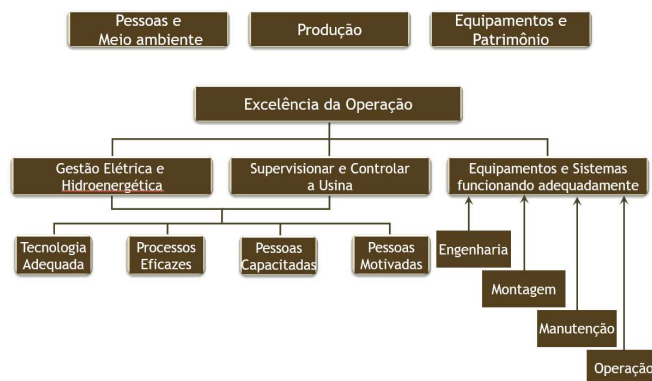


Figura 2 - Modelo de Gestão da Operação da Itaipu Binacional

O atendimento do modelo assegura a excelência da operação, que por sua vez, garante o atendimento em alto nível da produção de energia, da segurança das pessoas e do meio ambiente no entorno da instalação e da segurança operacional dos equipamentos e do patrimônio da usina.

Mesmo dispondo de índices adequados que mapeiam a qualidade do atendimento à produção, à segurança das pessoas e ao meio ambiente, sentiu-se a necessidade de evoluir ainda mais em indicadores que pudessem apresentar a consciência situacional das instalações de forma ágil e de fácil visualização as equipes de operação e aos diversos níveis gerenciais, a segurança operacional dos equipamentos e do patrimônio da usina. O sistema de acompanhamento de Segurança Operacional - SOP foi concebido com esta finalidade.

2.2 - Estrutura hierárquica

O primeiro passo para a criação do sistema de acompanhamento de segurança operacional, foi estabelecer uma hierarquia dos equipamentos da usina, suas subestações, sistemas auxiliares, casa de força e barragem a fim de dar forma ao indicador do SOP, obedecendo as premissas de que: a) apenas um número pudesse identificar o *status* da segurança operacional da instalação; b) caso necessário, um simples clique no indicador macro abriria um detalhamento a fim de facilitar a identificação do motivo que dá origem a eventual vulnerabilidade operacional (*drill down*).

Foi criada uma estrutura hierárquica com seis níveis, no qual o maior nível hierárquico do SOP é o nível 1 e representa toda a usina hidrelétrica de Itaipu, o nível 2 representa as áreas, o nível 3 representa os sistemas, o nível 4 representa os equipamentos, o nível 5 representa os auxiliares e as proteções referentes aos equipamentos e o nível 6 representa os alarmes do sistema de supervisão e controle. Cada elemento dos níveis possui seu indicador que representa a sua condição de segurança operacional, e o conjunto dos indicadores dos elementos de cada nível é utilizado na formação do indicador do nível imediatamente superior.

Para cada elemento dos níveis foi atribuído um peso, que representa sua relevância para a formação do indicador do nível imediatamente superior. A hierarquia geral pode ser visualizada na Figura 3. Para fins de visualização da Figura, no nível 2 apenas o ramo "Sector 50Hz" foi detalhado e no nível 4 o ramo das unidades geradoras foi detalhado. Para todos os elementos do sistema há detalhamentos similares.

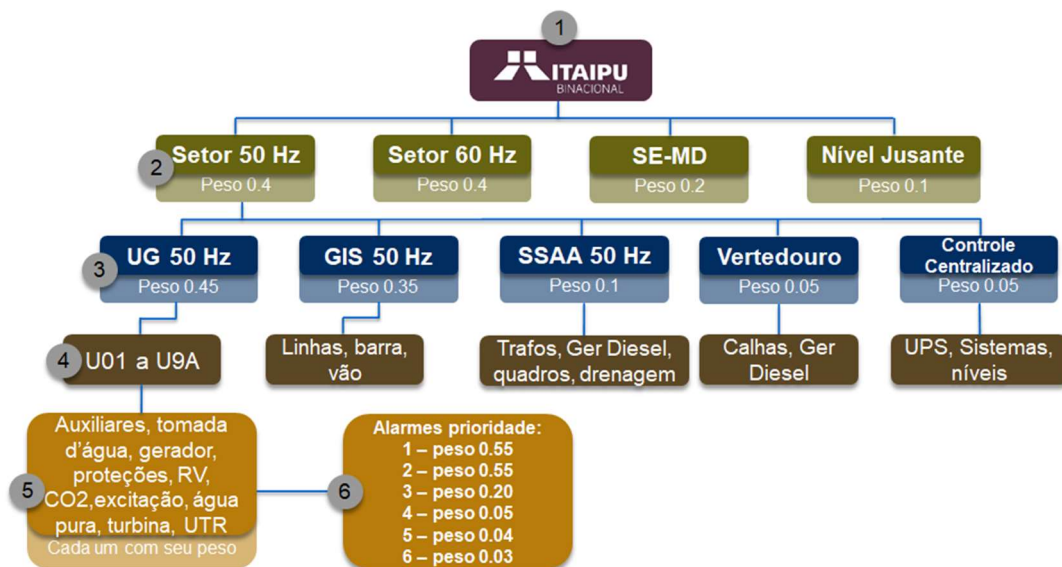


Figura 3 - Hierarquia para a formação dos indicadores de segurança operacional

2.3 - Integração de sistemas e ferramenta de visualização

A obtenção de dados de tempo real seria condição necessária para se conhecer a segurança operacional das instalações a fim de fornecer informações para tomada de decisão mediante a eventuais falhas operativas ou condição indesejada em uma janela de tempo adequado. Por este motivo, foi necessário mapear quais tipos de dados e em quais sistemas eles estariam disponíveis. Para alimentar o sistema seria necessário buscar informações no banco de dados dos seguintes sistemas:

- Sistema de Controle de Estados de Equipamentos - SCE. Utilizado para cadastro do estado dos equipamentos da Itaipu e através dele é possível obter informações de disponibilidade e indisponibilidade programada e forçada dos equipamentos principais da instalação.
- Sistema de Execução de Serviços - SES. Utilizado para tramitar as Autorizações de Trabalho - AT e Pedidos de Desligamento - PD para os equipamentos da Itaipu.
- Sistema SCADA. Utilizado para supervisão e controle da usina e subestações da Itaipu, por meio dele é possível obter dados do nível de processo, alarmes relativos a condição operacional dos diversos equipamentos. Para tal, é feita uma conexão por meio do Sistema Integrado de Redes Industriais - SIRI.

Além dos dados dos sistemas descritos acima seria necessário definir as regras para a formação do indicador, para isso foi criada uma planilha conhecida como “planilha de configuração”, na qual foram definidos os elementos de cada nível hierárquico, o vínculo dos pontos a serem consultados nas fontes de dados, bem como os pesos atribuídos a cada elemento que compõem a hierarquia.

A Figura 4 apresenta a arquitetura do sistema de acompanhamento da segurança operacional, os sistemas SCE, SES, SCADA através da rede SIRI e uma planilha de configuração, utilizados como entradas para formação do indicador do SOP. Através de uma aplicação JAVA é rodada, a cada 10 minutos, uma rotina de extração de dados e cálculo do indicador e os dados de saída são armazenados em um *data warehouse*. A ferramenta Tableau® capta os dados do *data warehouse* e disponibiliza ao usuário final por meio de diversas telas de visualização.

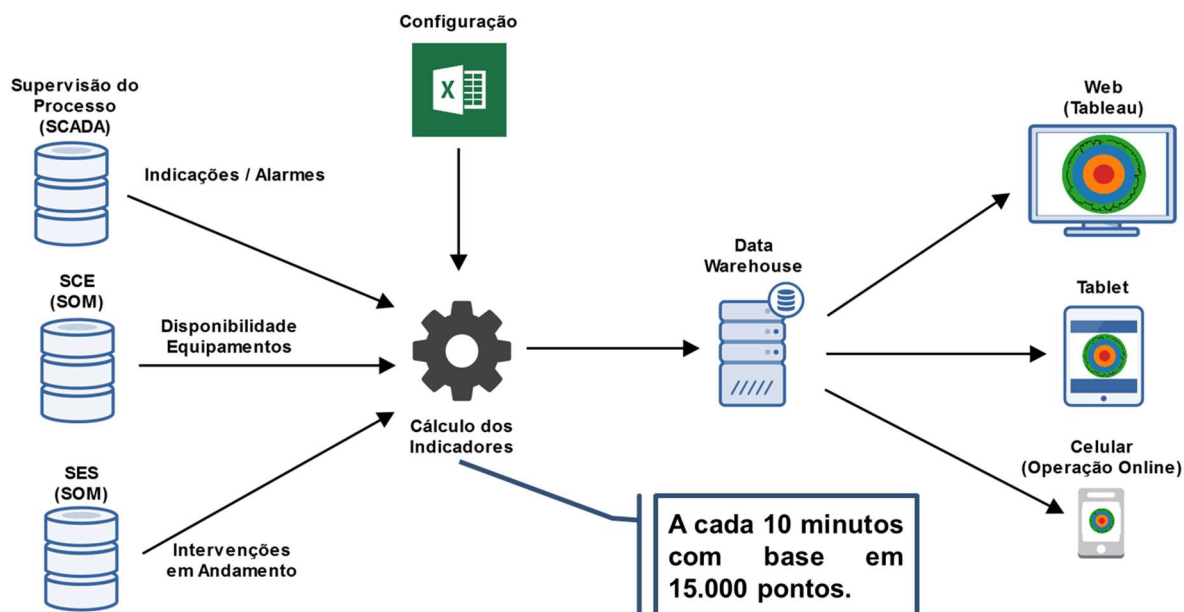


Figura 4 - Arquitetura do sistema SOP

Atualmente, a quantidade de pontos de cada sistema (nível 3) supracitado supervisionados pelo SOP é verificada na tabela 1.

Tabela 1 - Volume de pontos de acordo com sistema fonte

Nível Hierárquico		Sistema Fonte		
Nível 2	Nível 3	SCADA Pontos Aquisitados	SCE Equipamentos Impedidos	SES Trabalhos em Execução
Níveis/Niveles	Jusante/Aguas Abajo	4	0	0
Se-MD	Sector 66 kV	16	5	54
	Sector 220 kV	189	10	180
	Sector 500 kV	556	19	288
	Servicios Auxiliares	54	0	78
Sector 50Hz	Control Centralizado	55	0	30
	GIS 50 Hz	1063	8	3306
	Servicios Auxiliares 50Hz	378	4	312
	Unidades Generadoras 50 hz	4842	10	90
	Vertedero	74	3	66
Sector 60Hz	Controle Centralizado	59	0	30
	GIS 60 Hz	1017	8	306
	Serviços Auxiliares	372	4	210
	Unidades Geradoras 60 hz	4813	10	90
Total geral		13492	77	1992

2.4 - Pesos e formação dos cálculos

A rotina de extração de dados e cálculo do indicador depende dos pesos de cada um dos elementos dos 6 (seis) níveis hierárquicos estabelecidos na planilha de configuração. A regra de formação do indicador de um determinado nível é baseada na composição dos indicadores, ponderados através do seu peso, do nível imediatamente inferior. A filosofia para formação dos pesos dos níveis hierárquicos e cálculo dos indicadores é descrita a seguir.

2.4.1 - Cálculo dos indicadores

A ordem de cálculo dos indicadores segue do nível hierárquico mais baixo para o mais alto, ou seja, do nível 6 para o nível 1. O valor de cada indicador é gerado por um conjunto de regras e cálculos, realizados através da fórmula a seguir:

$$I_j^n = 1 - \sum_1^k P_k^{(n+1)} \times (1 - I_k^{(n+1)}) \quad [1]$$

O indicador é resultado de uma média ponderada do valor dos indicadores associados aos elementos do nível hierárquico imediatamente abaixo. Onde I_j^n é o valor do indicador, $I_k^{(n+1)}$ é o valor do indicador para cada um dos elementos do nível inferior e P_k é o peso atribuído a cada um destes. Ou seja, um elemento qualquer do nível 5 tem seu indicador I_5 calculado em função do valor dos k indicadores dos elementos de nível 6 configurados abaixo dele, ponderados pelos respectivos pesos P_k .

A fórmula é aplicada a todos os níveis, exceto ao nível 6, onde o valor do indicador obedece apenas a regra estabelecida para o seu nível hierárquico.

2.4.2 - Formação dos indicadores de nível hierárquico 6

O valor do indicador atribuído aos elementos do nível 6 está relacionado aos alarmes no sistema SCADA e segue o critério estabelecido na tabela 2.

Tabela 2 - Regra para indicador de nível 6

Condição	Penalização	Valor do Indicador
Sem alarme	0	100%
Com alarme	100%	0%

Os alarmes do SCADA são diferenciados por sua prioridade. Para cada prioridade é atribuído um peso, que é utilizado para compor uma média ponderada que resulta no valor do indicador dos elementos do nível hierárquico imediatamente superior (nível 5). Atualmente os pesos seguem a regra estabelecida na tabela 3.

Tabela 3 – Regra para pesos do nível 6

Prioridade	Peso	Tipo
1	0,55	Bloqueio
2	0,55	Bloqueio não impeditivo
3	0,2	Alarmes impeditivos
4	0,05	Alarmes urgentes
5	0,04	Alarmes ordinários
6	0,03	Alarmes computacionais

O acionamento de qualquer alarme em quaisquer das categorias acima penalizará o indicador do próprio nível 6 e o indicador do nível imediatamente superior, nível 5, considerando o peso atribuído a prioridade do alarme acionado. Por exemplo, um alarme prioridade 4 acionado no sistema de excitação de uma unidade penalizará o indicador de nível 6 relacionado ao próprio alarme acionado e o indicador de nível 5 relacionado ao “sistema de excitação”.

2.4.3 - Formação dos indicadores de nível hierárquico 4

Os elementos do nível hierárquico 4 representam os equipamentos principais que, por sua vez, dispõem de informações relativas à disponibilidade do equipamento, atividades e pedidos de desligamentos em andamento. Por este motivo o valor atribuído ao indicador deste nível está relacionado, prioritariamente, aos dados coletados do sistema SCE e do sistema SES. Cada elemento do nível 4 é associado, via planilha de configuração, com a respectiva unidade de manutenção utilizada para obter os dados da base dos sistemas SCE e SES. O valor atribuído ao indicador obedece a uma ordem de prioridades, conforme critérios estabelecidos a seguir.

Critério 1 - Considera o estado do equipamento cadastrado no sistema SCE, o valor do indicador é atribuído conforme tabela 4.

Tabela 4 - Critério 1 para indicador de nível 4

Condição	Penalização	Valor do Indicador
Indisponível programado	35%	65%
Indisponível forçado	65%	35%

Para o caso em que o equipamento esteja parado/desligado por conveniência operativa, o valor atribuído ao indicador é 100%, ou seja, não há penalização.

Critério 2 - Não sendo atendido o critério 1 e existindo pedidos de desligamentos registrados no sistema de execução de serviços, associados ao elemento do nível 4, o valor do indicador é atribuído conforme tabela 5.

Tabela 5 - Critério 2 para indicador de nível 4

Condição	Penalização	Valor do Indicador
PD programado	35%	65%
PD urgente	65%	35%

Critério 3 - Não sendo atendidos nenhum dos critérios 1 e 2 acima, as indicações oriundas do sistema SCADA são levadas em consideração, e o valor do indicador é atribuído conforme tabela 6.

Tabela 6 - Critério 3 para indicador de nível 4

Condição	Penalização	Valor do Indicador
Com alarme acionado	65%	35%

Critério 4 - Não sendo atendido nenhum dos critérios 1, 2 ou 3, o cálculo do indicador é definido conforme a equação aplicada aos demais níveis hierárquicos, apresentada no item 2.4.1. Além disso, são aplicadas penalizações aos indicadores conforme tabela 7, considerando informações relativas a atividades em andamento registradas no sistema de execução de serviços.

Tabela 7 - Critério 4 para indicador de nível 4

Condição	Penalização	Valor do Indicador
Com AT programada	10%	90% (mín. 70%)
Com AT urgente	30%	70% (mín. 40%)

O valor mínimo que o indicador do nível 4 atinge por haver AT programadas é de 70%, caso existam 3 ou mais serviços programados para o equipamento. Já para caso de haver AT urgentes, o valor mínimo que o indicador do nível 4 atinge é de 40%, caso existam 2 ou mais serviços urgentes para o equipamento.

2.5 - Interface de visualização

A interface de visualização do sistema SOP foi desenvolvida na ferramenta Tableau® e está disponível em plataforma *web*, *tablets* e celulares. A Figura 5 apresenta a tela “Geral” onde é possível visualizar o indicador principal de nível 1 e os indicadores dos níveis 2 e 3, referentes as áreas e aos sistemas respectivamente.



Figura 5 - Interface de visualização do SOP tela “Geral”

O indicador de nível 1 também pode ser visualizado em gráfico do tipo polar conforme Figura 6, disponível na tela principal do SOP, tela “Gráfico Polar”. Esta visualização apresenta os últimos 30 dias, onde é possível verificar o comportamento do indicador de nível 1 do SOP, representado pela maneira na qual ele excursiona no gráfico. Tal gráfico está disponível em *tablets*, celulares e *web*, permitindo a transparência no processo.

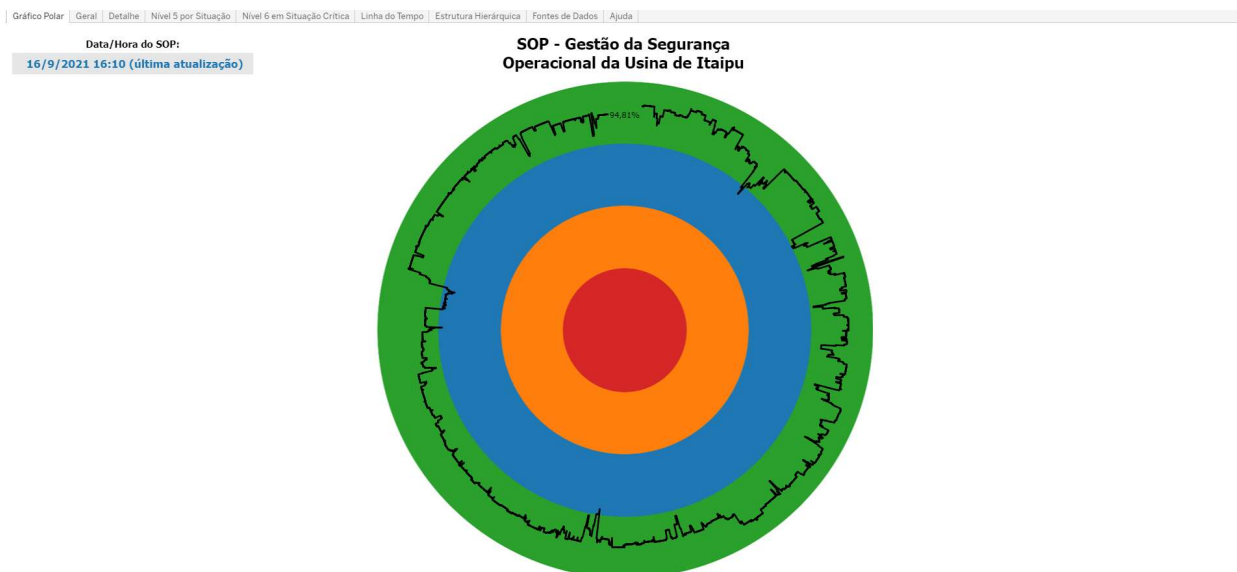


Figura 6 - Interface de visualização do SOP tela “Gráfico Polar”

2.6 - Definições

Através do gráfico apresentado na Figura 6 é possível identificar as quatro (4) faixas de operação do indicador de nível 1 do SOP, a cor verde representa a faixa ótimo onde o valor do indicador é maior que 90%, a cor azul representa a faixa bom onde o indicador excursiona entre 70% e 90%, a cor laranja representa a faixa alerta onde o indicador excursiona entre 50% e 70%, e a cor vermelha representa a faixa crítica onde o valor do indicador é menor que 50%. Com o objetivo de melhorar o entendimento do indicador principal do SOP foi estabelecido as seguintes definições para cada faixa de operação do indicador:

- **Faixa Ótimo** – Representa a condição ideal de segurança operacional, considerando uma tolerância de desvios às condições previstas no projeto, o deslocamento nesta faixa não demanda medidas de contingência e/ou restrições operativas.
- **Faixa Bom** – Representa uma condição admissível de segurança operacional, sendo que a incursão nesta faixa pode demandar medidas de contingência e/ou restrições operativas, e pode gerar prejuízos a produção de energia ou a disponibilidade dos equipamentos.
- **Faixa Alerta** – Representa uma condição indesejada de segurança operacional, tendo em vista que sua ocorrência precede impacto na produção de energia e/ou na disponibilidade dos equipamentos, e demanda medidas de contingência e/ou restrições operativas.
- **Faixa Crítico** – Representa uma condição inaceitável de segurança operacional, onde a produção de energia e a disponibilidade dos equipamentos estão sendo fortemente impactados.

2.7 - Acompanhamento e ações

É considerado uma situação normal quando o indicador nível 1 excursiona dentro da faixa de operação Ótimo. Quando ocorrem eventos que afetam a segurança operacional dos equipamentos e sistemas há alteração das condições de operação e, conseqüentemente, no valor do indicador. A sobreposição de diversos eventos dentro da mesma janela de tempo impacta na faixa de operação do indicador, sendo necessário o seu acompanhamento, e em caso de mudança de faixa de operação, a adoção de ações pelas equipes da operação da usina e Subestações. Quando o indicador transita entre as faixas de operação do SOP, um alerta na forma de e-mail é enviado a uma lista de usuários previamente cadastrados. Conhecida a transição de faixa, a equipe de pós-operação da divisão de operação de subestações e usina de Itaipu realiza uma análise específica com o objetivo de identificar o motivo da transição de faixa e se existem ações que as equipes de operação e manutenção devam adotar a fim de retornar o índice para a condição desejada.

O resultado da análise é encaminhado, via e-mail, aos Gerentes e Supervisores da operação, afim de informa-los e subsidia-los em possíveis tomadas de decisão.

2.8 - Ações futuras

Elaboração e implementação de um procedimento operacional formal para os casos de transição de faixa e falhas na aplicação SOP (rede/comunicação) a serem seguidos pelas equipes da operação da usina e subestações, incluindo ações gerenciais em casos mais severos.

3.0 - CONCLUSÕES

A gestão proativa da segurança operacional busca evitar incidentes que possam ter como consequência impactos na produção e/ou disponibilidade de equipamentos, mesmo que altos fatores de risco e complexidade inerentes a operação da usina hidrelétrica de Itaipu estejam presentes durante o ciclo operacional, tornando-a resiliente.

O sistema de acompanhamento de gestão da Segurança Operacional da Itaipu Binacional (SOP) apresentado tem como objetivo prover uma abordagem proativa da segurança operacional, focado na operação normal e no acompanhamento de elementos relacionados à segurança operacional, originados de 3 (três) sistemas informatizados nos quais tramitam informações de processo e de produto. Além de identificar as vulnerabilidades operacionais que poderiam passar despercebidas caso não houvesse a integração entre os sistemas de execução de serviços, alarmes dos sistemas digitais e estados de equipamentos, provendo, assim, as equipes da operação informações importantes sobre a consciência situacional da planta.

Desenvolvido internamente, o sistema SOP utilizou, para isso, a base de conhecimento de quem opera a usina desde 1984, a disponibilidade de mais de 15.000 pontos dos três sistemas citados (execução de serviços, estados de equipamentos e supervisão e controle) e ferramentas de apresentação de visualizações e painéis. Desta forma, o SOP abrange toda a usina de Itaipu Binacional, incluídas suas subestações, sistemas auxiliares, casa de força e barragem, apresentando o quanto ela está operando de acordo com os requisitos de projeto. Sua metodologia e flexibilidade permitem que o trabalho aqui apresentado seja aplicado em qualquer planta industrial.

O sistema está presente na sala de supervisão e controle e tem apresentado excelente desempenho, desde o início de sua utilização, cumprindo com o objetivo de apresentar o quanto a instalação está operando de acordo com os requisitos de projeto e fornecendo informações da segurança operacional as equipes de operação. Considerando o período total, desde sua implantação, o indicador de nível 1 do SOP apresentou um desempenho médio de 95,68%, ou seja, um desempenho considerado “Ótimo” de acordo com as faixas de operação definidas, e permaneceu nesta faixa por 98,41% do tempo.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Geração de Itaipu. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>. Acesso em: 21, setembro de 2021.
- (2) AZADEH, A. et al. “Assessment of resilience engineering factors in high-risk environments by fuzzy cognitive maps: A petrochemical plant”. *Safety Science*, v. 68, p. 99–107, out. 2014.
- (3) HALE, A.; HEIJER, T. “Defining Resilience”. In: HOLLNAGEL, E.; WOODS, D. D.; LEVESON, N. G. (Eds.). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. 1. ed. Burlington: Ashgate, 2006. p. 35–40.
- (4) HOLLNAGEL, E.; WEARS, R. L.; BRAITHWAITE, J. “From Safety-I to Safety-II: A White Paper”. *Network Manager*, p. 43, 2015.
- (5) PORTELA J.C., DE MACEDO GUIMARÃES L.B. (2019) A Safety-II Approach on Operational Maneuvers of a Hydropower Plant. In: BAGNARA S., TARTAGLIA R., ALBOLINO S., ALEXANDER T., FUJITA Y. (eds). *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 819. Springer.

5.0 - BIBLIOGRAFIA



Formado em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) no ano de 2005 e atualmente cursa Pós-Graduação em Data Science e Big Data pela Universidade Positivo (UP). Atualmente trabalha na Itaipu Binacional na divisão de Operação da Usina e Subestações.

(2) PAULO ZANELLI JUNIOR

Formado em Engenharia elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina no ano de 2007 com MBA executivo em administração: Gestão de Negócios do Setor Elétrico no ano de 2019. Foi Supervisor das equipes de Operação em Tempo Real da Usina Hidrelétrica de Itaipu entre 2010 e 2019. Atualmente é Gerente da Divisão de Operação da Usina e Subestações em ITAIPU.

(3) CARLOS ALBERTO CENTURIÓN VALDEZ

Formado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Espírito Santo (UFES) no ano de 1993 com MBA executivo em administração: Gestão de Negócios do Setor Elétrico no ano de 2019. Trabalhou como engenheiro eletricitista na Usina Hidroelétrica Binacional de Yacyretá no Paraguai. Atualmente trabalha na Itaipu Binacional na divisão de Operação da Usina e Subestações.

