GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GOP

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA COMUNICAÇÃO NOS CENTROS DE OPERAÇÃO COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA EM ÁUDIOS

CAMILA BARBOSA GOMES DE ARAÚJO(1);RICHARDSON SANTIAGO TELES DE MENEZES(1);ADRISSON CONSONI FLORIANO(2);REGINALDO DE OLIVEIRA JUNIOR(2);RANIELLY COELHO REIS(1);FLAVIO LEITE LOUCAO JUNIOR(1);LEONARDO TAVARES VIANNA(1);LUCAS SOLANO CADENGUE(1);ROBERTO DA SILVA GERVASIO PONTES(1)
RADIX ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE S/A(1);ENGIE BRASIL ENERGIA S.A(2)

RESUMO

Garantir a qualidade da comunicação dos operadores é essencial para a operação no setor elétrico. Os agentes são responsáveis por avaliar, periodicamente, a qualidade de comunicação dos seus operadores. As ligações para avaliação são selecionadas por amostragem, operador por operador. Isto se torna um processo custoso e que incorpora um alto desvio padrão no resultado. Este trabalho objetiva aprimorar esse processo a partir do desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial e processamento de linguagem natural, possibilitando uma análise crítica de modo automático da atuação de cada operador do sistema. Este trabalho é fruto do P&D ANEEL 00063-30710/2020 das proponentes Engie Brasil Energia e CPFL Energia.

PALAVRAS-CHAVE

1.0 INTRODUÇÃO

Garantir a qualidade da comunicação dos operadores é essencial para a operação do setor elétrico. Os agentes são responsáveis por avaliar, periodicamente, se a qualidade de comunicação dos seus operadores está em conformidade com os critérios elencados pelo ONS. As ligações para avaliação são selecionadas por amostragem, operador por operador. Isto torna o processo custoso e que incorpora um alto desvio padrão no resultado. Este trabalho objetiva aprimorar esse processo a partir do desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial e processamento de linguagem natural, possibilitando uma análise crítica de modo automático da atuação de cada operador do sistema.

A qualidade da comunicação dos operadores é um fator essencial para a operação do setor elétrico, uma vez que garante que as informações serão passadas de maneira adequada e que as manobras serão realizadas de acordo com o demandado. O ONS estabelece as regras, procedimentos básicos e a fraseologia padrão obrigatória que se aplicam às equipes de tempo real dos Centros de Operação dos agentes e do ONS, em toda e qualquer comunicação operativa de voz, visando a objetividade, clareza e eficácia das mensagens transmitidas. Os agentes são responsáveis por avaliar, periodicamente, se a qualidade de comunicação dos seus operadores está em conformidade com os critérios elencados no Manual de Procedimento da Operação (MPO) [1] [2].

Para manter esse padrão, a ENGIE faz avaliações constantes da qualidade da comunicação de seus operadores. Essa avaliação era realizada pelo método da amostragem, em que algumas ligações são selecionadas para a avaliação de cada operador em quesitos definidos pelo ONS [3]. O método de selecionar gravações, além de custoso, traz consigo o problema de incorporar um grande desvio padrão no resultado sujeito à amostragem realizada.

Dessa forma, foi desenvolvido o módulo de avaliação do operador, que tem como objetivo fazer uma análise crítica de modo automático da atuação de cada operador do sistema com base em critérios pré-definidos que podem ser ou não atendidos pelo conteúdo das gravações. Essa análise é realizada ligação a ligação e gera como resultado uma nota geral para cada operador.

A identificação de concordância ou não com os critérios é realizada a partir de métodos estatísticos e da aplicação de algoritmos de processamento de linguagem natural (NLP).

Para avaliar a performance dos critérios subjetivos, foram selecionadas aleatoriamente 100 ligações para cada critério e cada gravação foi rotulada manualmente. O módulo, todavia, faz a utilização de todas as gravações relacionadas ao operador, reduzindo assim o desvio padrão da análise manual baseada em amostragem. Além disso, ele ajuda na otimização do processo de avaliação, uma vez que esse agora será realizado automaticamente. Caso

o avaliador discorde das notas dadas pelo software, ele pode ainda corrigir as gravações consideradas por ele como avaliadas incorretamente.

Para a avaliação da comunicação verbal no Centro de Operação do Sistema da Engie foi possível perceber que com a utilização da inteligência artificial houve a redução do tempo de análise das ligações. A atividade que tinha duração média de 5 dias e selecionava apenas 5 ligações por operador, reduziu-se a menos de 1 dia, agora sem limitação do número de ligações classificadas. O sistema possibilita maior celeridade na execução, bem como permite que o processo seja executado com lisura.

Este trabalho é fruto do projeto de P&D 00063-30710/2020 das proponentes Engie Brasil Energia e CPFL Energia, atendendo o programa de P&D da Aneel. O projeto visa apoiar os centros de operação em análises qualitativas e eficazes da comunicação dos operadores, enquanto também diminui o tempo gasto em análises de ocorrências que impactam diretamente na operação e no faturamento das empresas. Enquanto na CPFL foram explorados os contextos de transmissão e distribuição de energia, na Engie foi explorado o contexto de geração.

O módulo de avaliação do operador presente no sistema é apresentado neste trabalho e utilizou de técnicas de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural (PLN) para verificar em cada ligação a conformidade com os critérios exigidos pelo ONS. Com vistas a melhor explicação da solução implementada esse informe técnico está estruturado com a Seção 2.0 que apresenta de forma macro a estrutura da solução construída. A Seção 3.0 se aprofunda no módulo de interesse neste informe, o módulo de avaliação do operador, descrevendo cada um dos critérios adotados. E a Seção 4.0 traz as considerações finais deste trabalho.

2.0 ARQUITETURA GERAL DA SOLUÇÃO

A arquitetura geral da solução não se resume ao módulo de avaliação do operador, apresentado neste informe técnico. O sistema, primeiramente, transcreve as gravações dos centros de operação da geração, e partir dessas, permite a indexação desses áudios em forma de texto, com o módulo de pesquisa e análise da comunicação. Além das gravações, também são integrados à solução sistemas operativos, como SAGER, SCADA e outros. Essas integrações originam os módulos de suporte à operação, que aplicam processamento de linguagem natural nas transcrições e extraem informações cruciais para operação do setor elétrico.

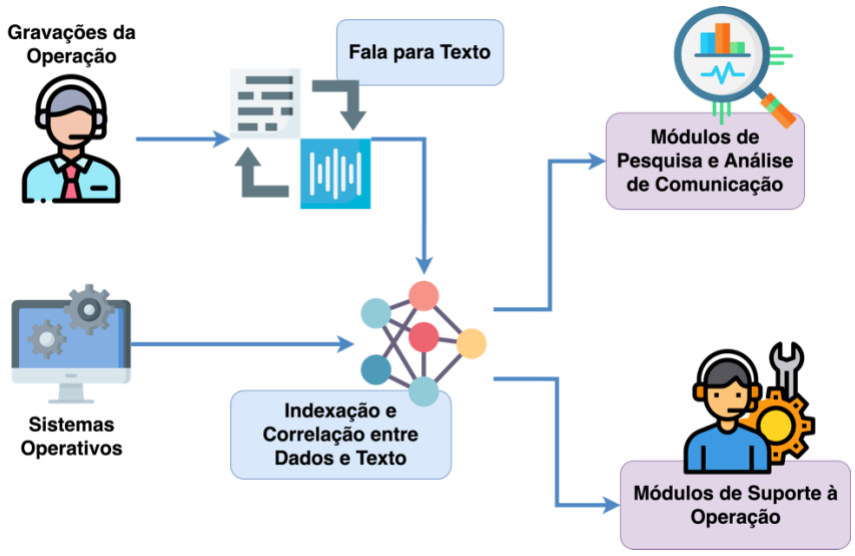


Figura 1 – Diagrama Simplificado do Sistema

Neste informe técnico, um dos módulos de suporte à operação será apresentado: o módulo de avaliação do operador.

3.0 MÓDULO DE AVALIAÇÃO DO OPERADOR

A partir do módulo de avaliação do operador é possível acessar diversas informações a respeito da comunicação nos centros de operação da geração, que é formulada com base em 7 critérios: Identificação do operador, identificação do centro de origem, confirmação da mensagem, clareza e objetividade, assertividade, fraseologia adequada e cordialidade.

Para esse módulo, o intervalo de avaliação pode ser escolhido rapidamente dentre os intervalos pré-definidos: Último dia, 7 dias, 30 dias, 3 meses e 6 meses. Além disso, a busca pode ser refinada pela utilização dos filtros presentes no módulo. A Figura 2 ilustra a utilização do módulo com todos os filtros disponíveis sendo utilizados.

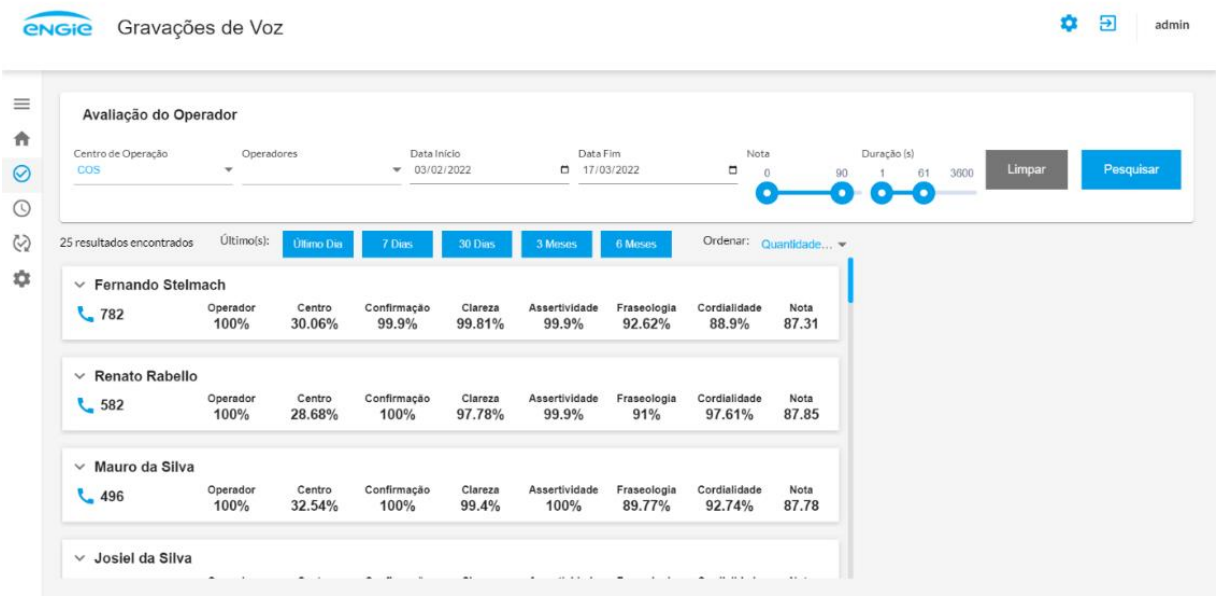


Figura 2 - Exemplo de utilização da tela de avaliação do operador com filtros para os operadores do COS, ligações feitas entre 03/02/2022 e 17/03/2022, com duração de até 61 segundos, e somente operadores com nota geral de até 90.

O resultado da busca mostrada na Figura 2 é uma lista de operadores contendo as seguintes informações: total de ligações que atendem aos filtros, porcentagem das ligações que atendem a cada critério avaliado e pôr fim a nota final atribuída àquele operador composta da média aritmética dos resultados em cada critério.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DO OPERADOR

A identificação do operador é obrigatória numa ligação e deve acontecer no início da chamada. A primeira versão implementada da identificação do nome do operador é a mais simples possível. Através de *regex*, se o nome for identificado diretamente pela transcrição, considera-se que naquela ligação o operador se identificou.

Todavia, é necessário se considerar que nem sempre a transcrição identifica corretamente o operador. Logo, em novas versões do algoritmo, planeja-se a utilização de técnicas de NLP (como reconhecimento de entidade, por exemplo) para identificação da citação do nome da ligação, mesmo que a transcrição não identifique diretamente.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DO CENTRO

Ao se identificar, os operadores também devem identificar o centro ao qual pertencem, no caso, ‘COS Engie’. Na primeira versão do algoritmo implementada, assim como para a identificação do nome do operador, foi utilizado apenas *regex*. A proposta para uma nova versão também é semelhante à da identificação do nome do operador. Através de algumas técnicas de NLP, planeja-se para uma próxima versão do algoritmo, identificar se houve a identificação do centro, mesmo que a transcrição não ocorra corretamente.

3.3 CONFIRMAÇÃO DA COMUNICAÇÃO

A primeira versão do algoritmo de confirmação da comunicação objetiva identificar se houve a repetição de palavras-chave (ações), nomes de usina, números associados a unidades e horários mencionados nas ligações. A Figura 3 apresenta o diagrama do algoritmo proposto.

A identificação de palavras foi realizada utilizando vocabulários personalizados para cada tipo de termo de interesse para que em seguida, expressões regulares pudessem ser utilizadas para filtrar esses termos a partir das transcrições.

De posse dos termos identificados foi verificado se eles se repetem. Essa repetição seria uma indicação de que houve a confirmação da comunicação na ligação, dada a presença da repetição de termos.

Visando o tratamento de eventuais problemas nas transcrições das ligações foi adicionada uma rota alternativa para confirmação no algoritmo. Na ausência da identificação de repetição de termos, a citação de palavras que indicam confirmação tais como “confirmado”, “beleza”, etc. servem como indicadores do entendimento da mensagem por parte do outro operador. Somente com o resultado negativo em ambas as etapas de verificação uma ligação é classificada como não confirmada.

Para validação das classificações feitas pelo algoritmo proposto foram amostrados 100 áudios, 50 classificados confirmado e 50 como não confirmado. Os áudios foram individualmente escutados para avaliação do rótulo a eles atribuído. Destes apenas 2 dos áudios classificados como confirmados foram incorretamente avaliados.

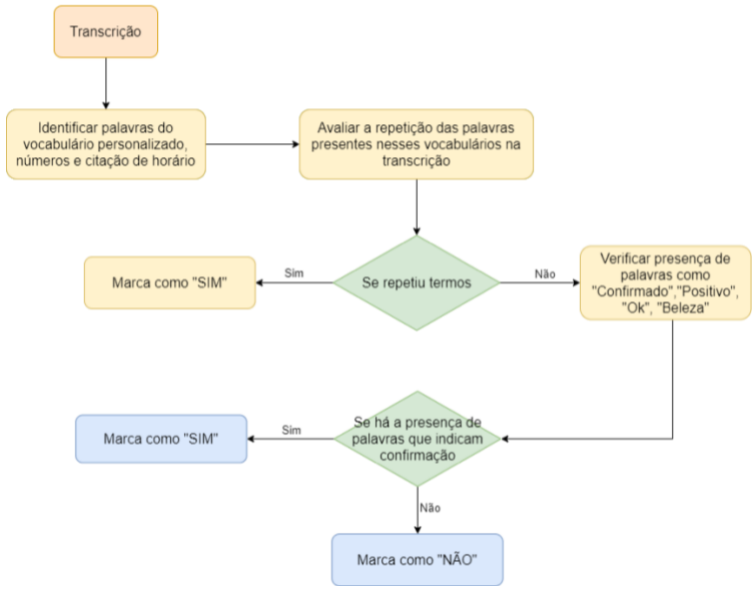


Figura 3 - Confirmação de Mensagem

Já a análise dos áudios classificados como não confirmados revelou uma certa deficiência na qualidade das transcrições, pois dos 50 áudios apenas 6 realmente não possuíam confirmação do segundo operador. O principal motivo da má performance foi a qualidade de algumas transcrições com termos sendo transcritos erroneamente ou simplesmente não sendo identificados.

Sendo assim a primeira versão do algoritmo proposto para identificação da confirmação de comunicação apresentou um desempenho satisfatório na classificação de ligações onde realmente houve confirmação, entretanto foi insuficiente nas classificações de ligações onde não houve confirmação dado a alta presença de falso negativos.

3.4 CLAREZA/OBJETIVIDADE

O desenvolvimento do módulo de avaliação de clareza e objetividade de ligações foi baseado na implementação de um algoritmo descrito no diagrama mostrado na Figura 4.

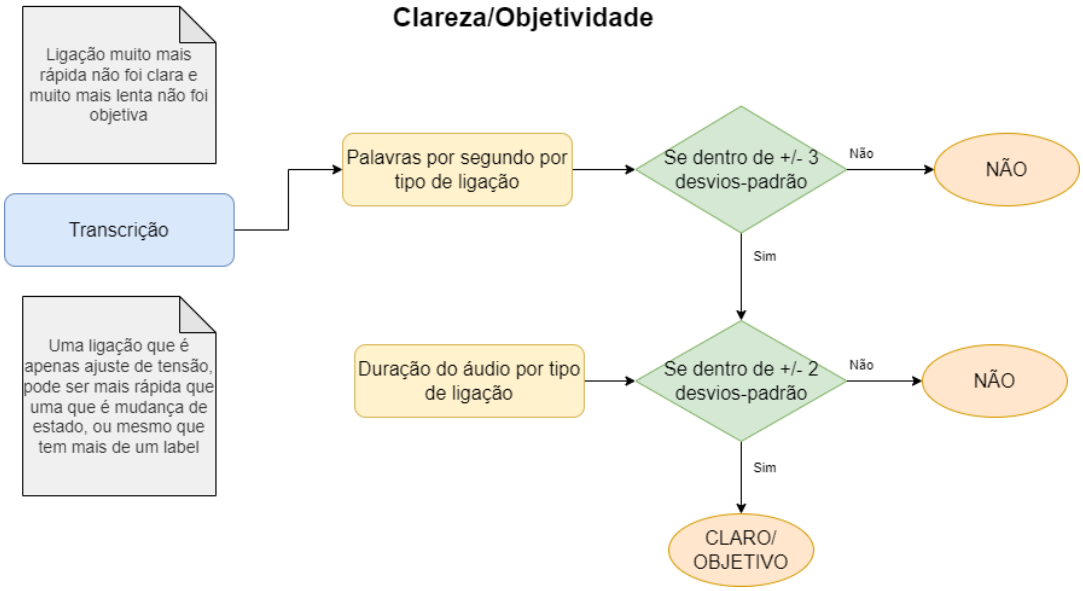


Figura 4 - Clareza/Objetividade

Para validação do algoritmo proposto uma amostra de 44.917 áudios foi analisada, sendo estes distribuídos em tipos de ligação. De posse dos áudios pode-se então utilizar as métricas estatísticas propostas para definição do rótulo de clareza e objetividade utilizando a duração do áudio em conjunto com a quantidade de palavras por

segundo, esta pode ser calculada pela razão entre a quantidade de palavras presente na transcrição e a duração do áudio em segundos.

Para definição das regiões de corte para clareza e objetividade se fez necessário uma análise estatística da distribuição de cada métrica nos tipos de ligações [4], para tal está ilustrado na Figura 5 as distribuições para a métrica de palavras por segundo nos tipos de ligação.

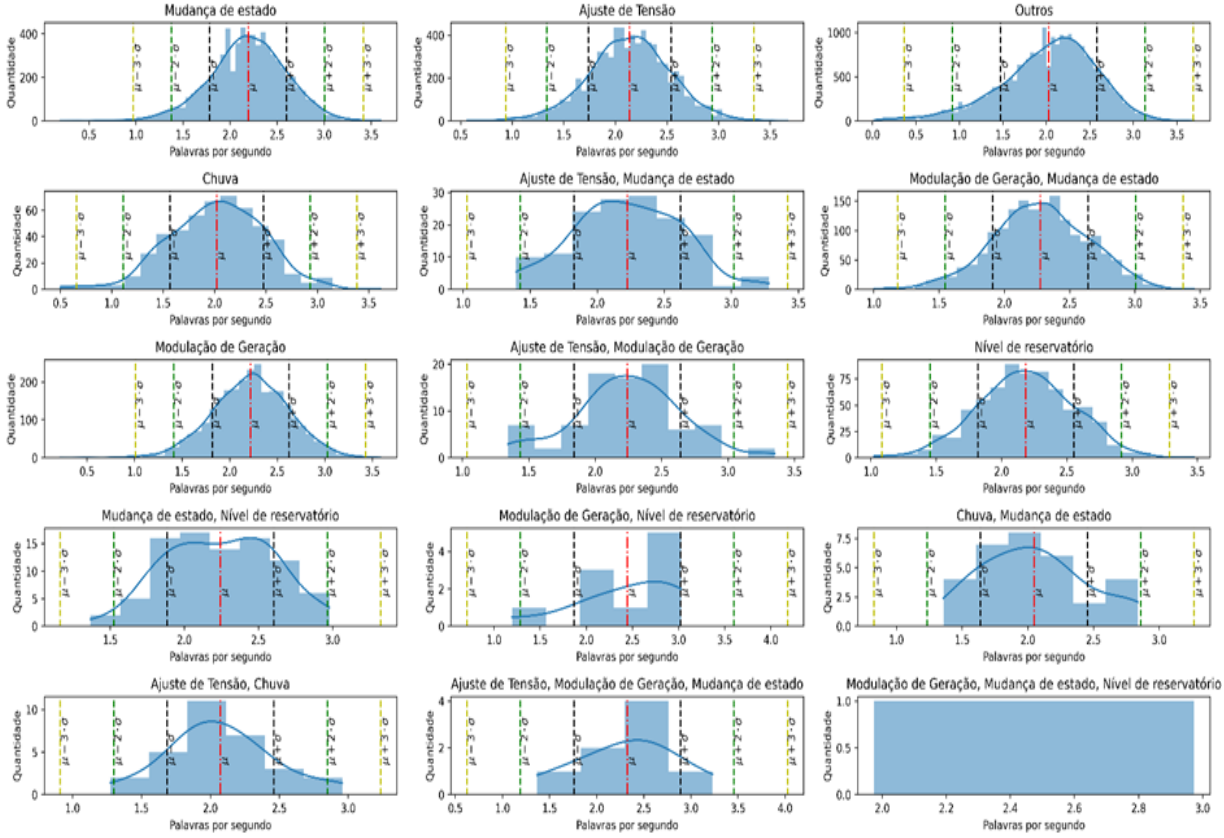


Figura 5 - Distribuição das palavras por segundo para cada conjunto de ligações.

A análise das distribuições mostradas na Figura 5 sugerem distribuições normais para todos os tipos de ligações quando estes possuem uma quantidade elevada de amostras, este tipo de distribuição é definido por dois parâmetros a média populacional μ, e o desvio padrão populacional σ. A média refere-se ao centro da distribuição e o desvio padrão ao espalhamento da curva. A área sob a curva normal é 1, sendo assim, para quaisquer dois valores específicos podemos determinar a proporção de área sob a curva entre esses dois valores, em especial tem-se interesses nos intervalos $\mu \pm \sigma$ que corresponde a uma proporção 68.3% das amostras em uma distribuição normal, $\mu \pm 2\sigma$ correspondendo à 95.5% e por fim $\mu \pm 3\sigma$ correspondendo à 99.7%.

Com a análise dos intervalos de desvio padrão para palavras por segundo mostrados na Figura 5 pode-se perceber a relevância da heurística de classificar apenas os áudios dentro do intervalo de $\mu \pm 3\sigma$, pois áudios fora desse intervalo serão outliers da distribuição e serão os áudios muito rápidos e não claros ou muito lentos e não objetivos.

Como indicador auxiliar a métrica de palavras por segundo foi utilizado a duração da ligação, uma análise similar foi então feita para definição dos intervalos de corte para esta métrica, sendo assim a Figura 6 mostra as distribuições para a duração do áudio nos tipos de ligação.

Para as distribuições de duração da ligação pode perceber que estas têm um caráter fortemente assimétrico a direita, sendo assim intervalos maiores de desvio padrão incluirão mais amostras com duração elevada, portanto os experimentos realizados indicam o intervalo $\mu \pm 2\sigma$ como mais apropriado.

De posse dos intervalos de corte para as duas métricas pode-se então prosseguir para classificação do conjunto de dados amostrados para esta análise. Para validação das classificações feitas pelo algoritmo aqui proposto foram amostrados 100 áudios, 50 classificados como claro e objetivo e 50 como não claro e não objetivo, estes foram individualmente escutados para avaliação do rótulo a eles atribuído. Esta abordagem de avaliação resultou em uma acurácia de 96% validando assim a abordagem aqui proposta para classificação da clareza e objetividade das ligações.

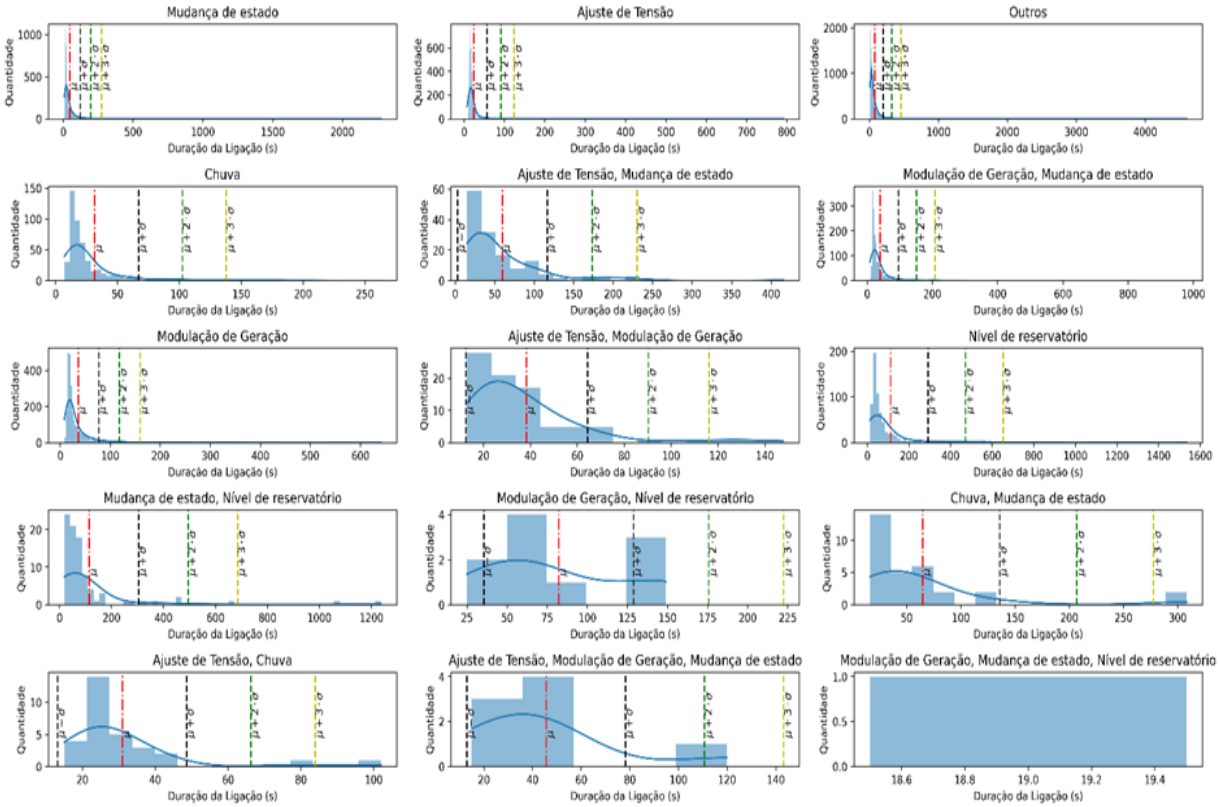


Figura 6 - Distribuição da duração do áudio para cada conjunto de ligações.

3.5 ASSERTIVIDADE

A assertividade na ligação avalia se o operador foi assertivo ao passar a mensagem da ligação, ou seja, se foi direto e claro na ligação. Esse foi um dos indicadores mais subjetivos, e como primeira proposta, foi abordado com uma pergunta simples: se um dos lados da ligação pede para que o outro repita a informação.

Para validação das classificações feitas pelo algoritmo proposto foram amostrados 100 áudios, 50 classificados como assertivo e 50 como não assertivo, esses foram individualmente escutados para avaliação do rótulo atribuído.

A avaliação dos áudios classificados como assertivos mostrou a validade da abordagem proposta dado que todas as 50 classificações foram corretas, já para as classificações não assertivas o algoritmo obteve êxito em 39 classificações. As classificações erradas podem ser atribuídas a problemas nas transcrições ou complicações na utilização de palavras que indicam repetição, como por exemplo, a solicitação da repetição de testes em uma usina. Nesse caso, mesmo com o pedido sendo assertivo, a ligação é marcada como não assertiva dado a presença de termos que indicam repetição na solicitação.

Sendo assim, com uma acurácia de 89%, a abordagem apresentada tem um desempenho satisfatório para classificação de assertividade nas ligações.

3.6 FRASEOLOGIA

A fraseologia infere se o operador está utilizando do vocabulário corretamente, com a formalidade necessária. Desse modo, o algoritmo proposto checa se na ligação houve a utilização de palavras impróprias (como palavrão, gírias, ofensas) ou de diminutivos de palavras-chave ou usinas, como no diagrama da Figura 7.

Para validação das classificações feitas pelo algoritmo proposto foram amostrados 100 áudios, 50 classificados com fraseologia apropriada e 50 com fraseologia não apropriada, esses foram individualmente escutados para avaliação do rótulo atribuído.

A abordagem proposta mostrou-se efetiva classificando corretamente todas as amostras marcadas com fraseologia correta, já para as classificações de fraseologia incorreta houve apenas 6 amostras classificadas incorretamente. Todas as classificações incorretas puderam ser atribuídas a eventuais problemas na transcrição dos áudios onde diminutivos não presentes nos áudios acabaram sendo erroneamente transcritos causando a falha na classificação.

Portanto, com uma acurácia de 94% o classificador tem um desempenho satisfatório para a atribuição do rotulo de fraseologia às ligações, e com trabalhos para melhoria das transcrições o desempenho dessa abordagem tende a melhorar.

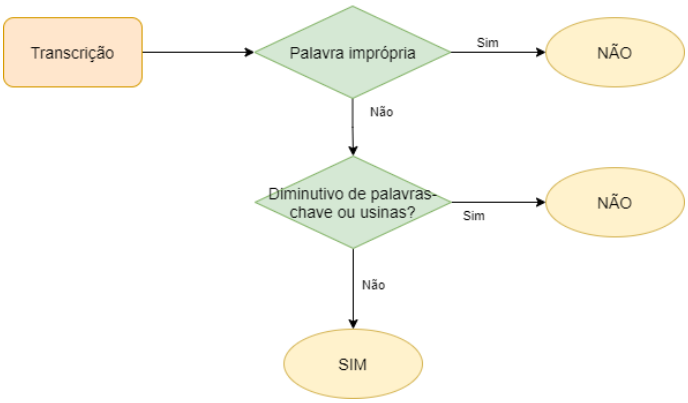


Figura 7 - Fraseologia

3.7 CORDIALIDADE

A cordialidade, por outro lado, checa se o operador está sendo cordial na ligação. Se houve a utilização de termos como 'bom dia', 'por favor' e 'obrigado', por exemplo, assim como se não houve utilização de palavras indevidas, como palavrões. O algoritmo implementado está descrito no diagrama da Figura 8.

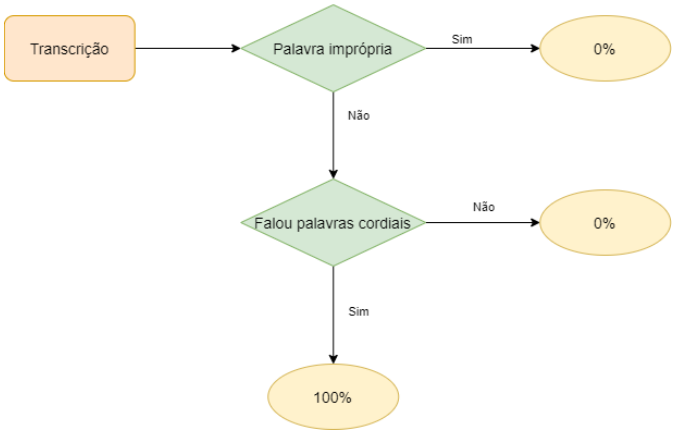


Figura 8 - Cordialidade

Para validação das classificações feitas pelo algoritmo proposto foram amostrados 100 áudios, 50 classificados como cordiais e 50 como não cordiais, esses foram individualmente escutados para avaliação do rótulo atribuído.

O algoritmo apresentou ótima performance na identificação dos áudios cordiais classificando corretamente todas as 50 amostras, já para os áudios classificados como não cordiais a validação individual mostrou muitos erros de classificação com apenas 24 dos 50 áudios sendo classificados corretamente, dentre estes, vale ressaltar que todas as amostras contendo palavras impróprias foram classificadas corretamente. O principal culpado pelo baixo desempenho do algoritmo foram erros nas transcrições, essas comumente não continham as palavras cordiais faladas durante a ligação, prejudicando a busca do algoritmo.

Ainda assim, o algoritmo alcançou uma acurácia de 74% mostrando-se um classificador promissor, desde que melhorias nas transcrições sejam alcançadas.

4.0 CONCLUSÃO

A aplicação de modelos de aprendizagem de máquina e inteligência computacional nas transcrições é capaz de gerar muitos *insights* para a operação e pós-operação da energia. A partir do módulo de avaliação do operador, a pós-operação otimiza as atividades de seleção e avaliação da comunicação nos centros e torna-se capaz de realizar análises qualitativas e quantitativas da operação. O ONS estabelece as regras, procedimentos básicos e a fraseologia padrão obrigatória que se aplicam às equipes de tempo real dos Centros de Operação dos agentes e do ONS, em toda e qualquer comunicação operativa de voz, visando a objetividade, clareza e eficácia das mensagens transmitidas. Os agentes são responsáveis por avaliar, periodicamente, se a qualidade de comunicação dos seus operadores está em conformidade com os critérios elencados pelo ONS.

A qualidade da comunicação dos operadores é um fator essencial para a operação do setor elétrico, uma vez que garante que as informações serão passadas de maneira adequada e que as manobras serão realizadas de acordo com o demandado. Entre as análises apresentadas estão: identificação do operador e do centro, assertividade, clareza e objetividade, fraseologia, cordialidade e confirmação da comunicação.

Os resultados obtidos de melhora nas operações são consideráveis visto que o tempo de avaliação individual foi reduzido de 5 dias analisando 5 ligações para 1 dia considerando todas as ligações realizadas pelo operador, reduzindo o viés possível do processo de amostragem aleatório.

Mesmo com resultados e melhorias já percebidas ainda há espaço para estudos e inovação dentro do problema apresentado neste informe técnico. Dois pontos de aprimoramento são percebidos para o projeto. O primeiro está relacionado a melhoria direta da qualidade do transcritor para garantir maior verossimilhança entre o áudio e a transcrição. E o segundo refere-se aos algoritmos de identificação dos critérios de avalição.

Na linha de melhorias do transcritor vem sendo desenvolvidos esforços para enriquecimento da base original de treinamento para produzir um modelo mais customizado de transcrição e assim conseguir melhor identificar características específicas peculiares das gravações que são introduzidas no pipeline da solução.

No que tange as novas versões do algoritmo, planeja-se a utilização de técnicas de NLP mais avançadas (como reconhecimento de entidade, por exemplo) para identificação da citação do nome operador e centro nas ligações, mesmo que o transcritor não tenha realizado a correta transcrição da informação de identificação. Ainda existem oportunidades a serem exploradas a medita que realizasse a expansão para outros contextos do setor elétrico, como por exemplo, o de transmissão de energia.

Este trabalho é fruto do projeto de P&D 00063-30710/2020 das proponentes Engie Brasil Energia e CPFL Energia, atendendo o programa de P&D da Aneel. O projeto visa apoiar os centros de operação em análises qualitativas e eficazes da comunicação dos operadores, enquanto também diminui o tempo gasto em análises de ocorrências que impactam diretamente na operação e no faturamento das empresas. Enquanto na CPFL foram explorados os contextos de transmissão e distribuição, na Engie foi explorado o contexto de geração. O módulo de avaliação do operador presente no sistema é apresentado neste trabalho e utilizou de técnicas de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural para verificar em cada ligação a conformidade com os critérios exigidos pelo ONS.

5.0 REFERÊNCIAS

[1] ONS. Manual de Procedimentos da Operação - Submódulo 5.13 - RO-RO.BR.01: Comunicação Verbal na Operação. ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2020. Disponivel em: <http://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F4.%20Rotinas%20Operacionais%20-%20SM%205.13%2F4.1.%20Rotinas%20Gerais%2F4.1.7.%20Relacionamento%20Operacional%2FRO-RO.BR.01_Rev.12.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

[2] ONS. Procedimentos de Rede - Submódulo 2.16: Requisitos operacionais para os centros de operação e instalações da Rede de Operação. ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2020. Disponivel em: <http://www.ons.org.br/%2FProcedimentosDeRede%2FM%C3%B3dulo%2010%2FSubm%C3%B3dulo%2010.14%2FSubm%C3%B3dulo%2010.14%20-%202019.12.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

[3] ONS. Procedimentos de Rede - Submódulo 6.2: Análise da operação, ocorrências e perturbações e acompanhamento das providências. ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2020. Disponivel em: <http://apps08.ons.org.br/ONS.Sintegre.Proxy/ecmprsite/ecmfragmentsdocuments/Subm%C3%B3dulo%206.2-OP_2020.12.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

[4] F. D. Souza et al., "Multi-Label Classification of Voice Calls from Power Plant Operation Centers," 2021 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America), Lima, Peru, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISGTLatinAmerica52371.2021.9543080.

DADOS BIOGRÁFICOS



Engenheira Mecatrônica, 25 anos, potiguar. Atua na Radix Engenharia como Líder Técnica na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, atuando em projetos de P&D nos setores de Óleo, Gás e Energia. É mestre em Engenharia Mecatrônica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e tem pesquisas na área de Energia, Inteligência Artificial, NLP, Sistemas Embarcados e Processamento Digital de Imagens.

(2) RICHARDSON SANTIAGO TELES DE MENEZES
Engenheiro de Computação. Atua na Radix Engenharia como Cientista de Dados na área de Energia, Óleo e Gás, e é mestrando em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Têm pesquisado nas áreas de aprendizado de máquina, robótica e visão computacional.

(3) ADRISSON CONSONI FLORIANO
Engenheiro eletricista graduado pela UFSC, mestre em Sistemas de Energia pelo IFSC e cursando MBA em Data Science e Analytics na USP. Atua desde 2009 com aplicações de tecnologia e desenvolvimento de produtos para o setor elétrico. Aficionado por tecnologia, tem especial interesse em IoT, Indústria 4.0 e Analytics. Entusiasta de soluções criativas, desenvolvimento de software e metodologia ágil, é CSPO desde 2014.
Com profundo conhecimento da legislação vigente e após acumular experiência com geradores, distribuidoras, órgãos reguladores e fornecedores do setor, tem contribuído para revisões normativas e com a evolução do setor.

(4) REGINALDO DE OLIVEIRA JUNIOR
Engenheiro Eletricista, 43 anos, nascido em Florianópolis/SC. Há mais de 10 anos na ENGIE Brasil Energia, já atuou como Engenheiro de Operação em usina hidrelétrica, Engenheiro de Pós Operação e, atualmente, como Engenheiro de Normatização da Operação. Tem MBA em Administração de Negócios do Setor Elétrico pela FGV e MBA em Data Science e Analytics pela Eslaq-USP e tem desenvolvido pesquisas nas áreas de Energia, Inteligência Artificial, e Modelos estatísticos baseados em Séries Temporáis.

(5) RANIELLY COELHO REIS
Engenheiro Químico, 34 anos, fluminense. Atua na Radix Engenharia como Gerente de Projetos no Segmento de Power&Gas, em projetos de P&D, Engenharia, Automação, Dados e Software. É especialista em Administração de Empresas pela FGV.

(6) FLAVIO LEITE LOUCAO JUNIOR
Graduado em Engenharia Química (UFRJ), com mestrado em Otimização de Processos (UFRJ) e MBA em Gerenciamento de Projetos (PUC-MG). Atua em projetos de pesquisa e desenvolvimento para o setor elétrico desde 2017, com foco em otimização e modelagem matemática, e atualmente é Head de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) da Radix, com foco na formatação e execução de novas pesquisas. Possui vasta experiência em instrumentação e automação de processos, bem como otimização e modelagem matemática no geral. Também possui experiência em áreas afins, como ciência de dados e inteligência artificial, desenvolvimento e arquitetura de software e sistemas de controle.

(7) LEONARDO TAVARES VIANNA
Engenheiro Eletricista formado pela Universidade Federal Fluminense (UFF), 27 anos, natural do Rio de Janeiro. Atua na Radix Engenharia como coordenador de projetos na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, atuando em projetos de P&D nos setores de Óleo, Gás e Energia. Possui mais de 5 anos de experiência em engenharia, automação, software e inovação aplicada no setor. Seu campo de atuação em pesquisas engloba principalmente as áreas de Geração de Energia, Inteligência Artificial, Manutenção Preditiva, Gestão de Ativos e Centros de Operação.

(8) LUCAS SOLANO CADENGUE
Doutorando em Engenharia Elétrica e de Computação, Mestre em Engenharia Elétrica e de Computação na UFRN, graduado em Engenharia Mecatrônica pela UFRN (2019), bacharel em Ciências e Tecnologia com ênfase em Tecnologia Mecatrônica (2017). Atua na Radix Engenharia como Engenheiro de P&D na área de Energia, Óleo e Gás. Realizou trabalhos na área de sistemas de controle, desde a incorporação algoritmos de aprendizagem de máquinas em diversas estratégias de controle aplicado à robótica móvel, robôs submarinos e sistemas biológicos em conjunto com o Grupo de Estudos em Robótica e Aprendizagem de Máquina (RoboTeAM).

(9) ROBERTO DA SILVA GERVASIO PONTES
Pesquisador e profissional de tecnologia de informação com especialização em Big Data, tem bacharelado em Engenharia de Controle e Automação e curso Técnico em Informática pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Atualmente cursando Mestrado em Ciência da Computação com ênfase em Ciência de Dados no CEFET/RJ. Atua na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na Radix Software e Engenharia, com foco no setor de energia elétrica. Também é instrutor de Ciência de Dados na ADA Tech e tem forte interesse em processamento de imagem, otimização e inteligência artificial.