

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL APLICADO A VEÍCULO TERRESTRE NÃO TRIPULADO PARA MONITORAMENTO REMOTO E GESTÃO DE ENERGIA

Edio Roberto Manfio¹
Marcos Vinicius Bueno de Moraes
Marcos Paulo Guimarães Guerra
Fábio Carlos Moreno

RESUMO

O objetivo deste trabalho interdisciplinar é dar mobilidade e maior gerenciabilidade a um buscador solar, a recursos de medição meteorológica e à própria energia gerada utilizando um Veículo Terrestre Não Tripulado controlado por Processamento de Linguagem Natural. Este é um recurso que tem sido aplicado mais amplamente desde o início do século em uma infinidade de aparelhos e equipamentos. Como a linguagem humana está entre as interfaces mais naturais que existem, os comandos por voz e texto escrito cooperam sempre com grau significativo em aplicações para automação geral e monitoramento remoto. As áreas envolvidas neste trabalho são Linguística, PLN, Computação, Mecatrônica, Meteorologia e Gestão de Energia. Para a pesquisa, foram utilizados os protótipos em operação – VTNT e buscador solar – que são partes integrantes do Projeto Solar-Sima. Os resultados indicam que o uso do PLN para essas aplicações não apenas otimizam como também tornam o monitoramento remoto e a gestão da energia mais intuitivos, velozes e eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento de Linguagem Natural; Veículos Terrestres Não Tripulados; Monitoramento Remoto; Gestão de Energia; Meteorologia.

ABSTRACT

The aim of this interdisciplinary work is provides mobility and greater manageability to a solar searcher, a meteorological measurement resources and the energy itself generated using an Unmanned Land Vehicle controlled by Natural Language Processing. This is a feature that has been applied most widely since the beginning of the century on a several gadgets and equipment. Because human language is among the most natural interfaces in existence, voice commands and written text always cooperate to a significant degree in applications for general automation and remote monitoring. The areas involved in this work are Linguistics, PLN, Computing, Mechatronics, Meteorology and Energy Management. For the research, we used the prototypes in operation - VTNT and solar searcher - which are integral parts of the Solar-Sima Project. The results indicate that using PLN for these applications not only optimizes but also makes remote monitoring and power management more intuitive, faster and more effective.

KEY WORDS: Natural Language Processing; Unmanned Ground Vehicles; Remote monitoring; Power management; Meteorology.

¹ Doutorando em Linguística pela Universidade Estadual de Londrina (2013), Mestre em Linguística pela Universidade Estadual de Maringá (2006), Graduado em Letras pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1997). Atualmente é professor Associado da Faculdade de Tecnologia de Garça onde desenvolve projeto em Regime de Jornada Integral - RJI. Atua nas áreas de Linguística Geral, Fonética e Fonologia, Sociolinguística, Dialectologia, Processamento de Linguagem Natural, Processamento de Sinais da Fala, Análise do Discurso e Linguística Textual. Possui também formação na área de eletrônica.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Projeto 2017/19136-0) - e à CPRJI do Centro Paula Souza pelo apoio ao projeto de RJI do autor Edio Roberto Manfio.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho interdisciplinar é dar mobilidade e maior gerenciabilidade a um buscador solar, a recursos de medição meteorológica e à própria energia gerada utilizando um Veículo Terrestre Não Tripulado - VTNT - controlado por Processamento de Linguagem Natural (PLN). O PLN é uma grande área interdisciplinar que se encontra entre a Linguística e a Computação (MANFIO, 2016; BARBOSA, 2004).

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) acrescenta que a área de PLN também é denominada de Linguística Computacional e está interligada com a área de inteligência artificial, sendo um dos seus objetivos prover aos computadores a capacidade de entender e compor textos como exemplo Processamento de Sinais da Fala e Processamento de Texto escrito (SBC, 2019). Neste trabalho utilizamos elementos dessas duas subdivisões do PLN em uma Interface Humano Computador - IHC - dotada de um robô de conversação que, como se espera, atende a interações pelas linguagens falada e escrita² em Português do Brasil. O robô Solar, como é denominado, tem a função de enviar comandos aos protótipos pertencentes ao Projeto Solar-Sima (MANFIO et al., 2018), a saber: um Veículo Terrestre Não Tripulado, um buscador solar automatizado e um conjunto de sensores meteorológicos – e retornar status e informações sobre eles.

Neste estudo, entretanto, apresentamos com maior ênfase elementos relativos ao Veículo Terrestre Não Tripulado – VTNT. Os VTNTs têm aplicabilidade bastante ampla em tecnologias mais modernas de acionamento à distância. Podem servir de transporte para equipamentos diversificados, monitoramento remoto, recurso para deslocamento a locais perigosos ou de difícil acesso entre outros. O protótipo de VTNT aqui apresentado tem como finalidade transportar um buscador solar, um conjunto de sensores meteorológicos e, futuramente, um Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT (Figura 01).

² Importante lembrar que, do ponto de vista estritamente linguístico, texto pode ser escrito ou falado. Portanto, as terminologias em inglês *voice commanded* e *text commanded*, em Português do Brasil, pode originar traduções dúbias. Neste trabalho, adotamos as expressões 'linguagem falada' e 'linguagem escrita' em muitas ocasiões para diminuir eventuais ambiguidades.

No atual estágio, o protótipo tem uma estrutura construída em madeira que receberá pintura automotiva de proteção especificamente preparada para este fim (BORGUI; MANFIO; MORAIS, 2018). O sistema de transmissão é híbrido, ou seja, utiliza correias e correntes e todas as peças são reaproveitadas e adaptadas em processo denominado *retrofit* a partir de componentes de máquinas de lavar e bicicletas. Os propulsores são motores de corrente contínua dotados de redução oriundos de máquinas de levantamento de vidro automotivo com eixos adaptados para polias. O sistema de acionamento dos motores é feito por meio de quatro relés em de arranjo similar às pontes tipo ‘H’ eletrônicas (PAULA, MANFIO, MORAIS, 2018).

Figura 01 – VTNT e buscador solar acoplados



Fonte: os autores

A autonomia em desviar de obstáculos é dada por 8 sensores ultrassônicos distribuídos em suas laterais e assoalho (PAULINO, MANFIO, MORAIS, 2018). O posicionamento é medido com um magnetômetro, um acelerômetro e um giroscópio e um barômetro. A energia é fornecida por duas baterias de 12 volts e 7Ah em paralelo e a carga dos acumuladores é feita por meio do buscador solar. O microprocessador principal é um Arduino Mega que controla todos os dispositivos descritos até então. Quanto ao monitoramento meteorológico, é feito por meio de sensores que medem umidade relativa do ar, temperatura ambiente, pressão atmosférica, velocidade do vento e radiação solar (MORAIS, MANFIO, 2017).

A gestão da energia gerada e consumida pelo sistema como um todo é feita, em parte automaticamente pelo sistema, em parte pelo operador, que pode tomar decisões diversas daquelas previstas pelos algoritmos.

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL APLICADO A VEÍCULO TERRESTRE NÃO TRIPULADO PARA MONITORAMENTO REMOTO E GESTÃO DE ENERGIA

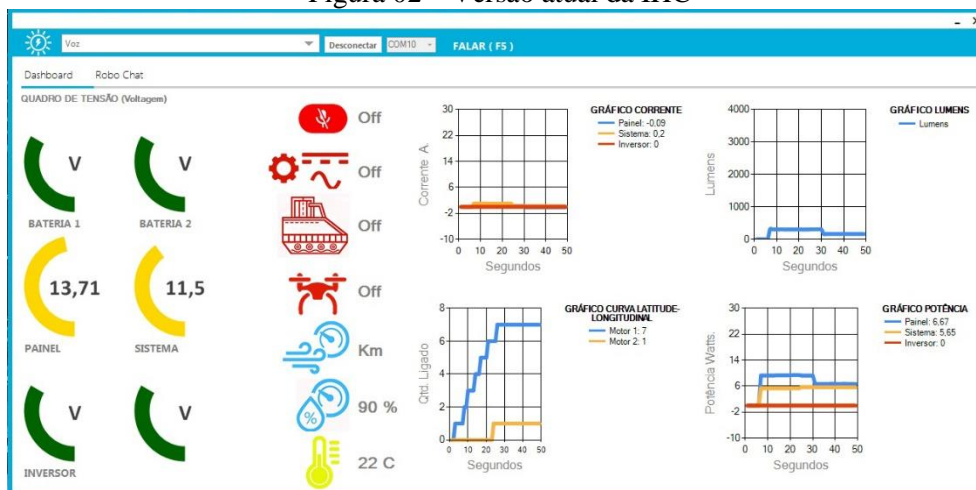
Os grandes diferenciais deste trabalho são o controle por voz e texto escrito de modo remoto, ser amplamente gerenciável e possuir significativa autonomia energética e de deslocamento.

2 O PLN E O ROBÔ

O aplicativo para monitoramento e controle Projeto Solar-Sima foi desenvolvido inicialmente observando a necessidade de supervisionar o sistema de busca solar automático. Posteriormente, somou-se ao Projeto o VTNT, cuja mobilidade gera grande variedade de dados exige um sistema mais aprimorado e monitoramento. Tal como comentam Jurafsky e Martin (1999), a disponibilidade comercial do reconhecimento de fala e a necessidade de técnicas de linguagem baseadas em web tem feito com que sistemas relacionados com PLN prosperassem muito desde o final do século XX.

Desenvolvido em C#, o aplicativo monitora uma significativa quantidade de grandezas físicas relacionadas aos protótipos pertencentes ao Projeto Solar-Sima. Todas as informações sobre essas grandezas podem ser consultadas por meio dos dispositivos de entrada convencionais - teclado e mouse - ou pelo robô Solar (GUERRA et al., 2017), que é parte integrante do aplicativo de monitoramento do Projeto Solar (Figura 02).

Figura 02 – Versão atual da IHC



Fonte: os autores

O robô Solar é baseado em outro robô já existente denominado Tical - Tecnologia Interativa Conversacional sobre Assuntos Linguísticos (MANFIO, 2016; MANFIO, MORENO, BARBOSA, 2014a; 2014b; 2014c; 2016), utilizado para outros fins e

relacionado à área de Linguística. Válido salientar que ambos, embora sejam muito parecidos em termos de linguagens de programação utilizadas, recursos e técnicas de busca por sinônimos, suas respectivas aplicações são bastante diversificadas.

A versão atual do aplicativo (Figura 02) conta com o conceito de *dashboard*. Esse modo de visualização e disposição para IHCs é bastante prático pois permite leitura rápida de grande quantidade de dados. As *dashboards* “são painéis virtuais que mostram indicadores de um mesmo assunto” e “trazem informação resumida, normalmente de cunho estratégico ou gerencial, mas também têm aplicações nas áreas operacionais” (AMARAL, 2016). Em outras palavras, é eficiente ao fazer o que se espera de uma IHC que é versar linguagens de máquina para linguagens humanas (PREECE, 2005).

A relação das *dashboards* com a IHC como um todo é bastante direta, uma vez que para cada um dos comandos presentes na gramática há um elemento visual no painel relacionado a ele. Em um local onde o nível de ruído ambiente extrapola as condições normais, o contato visual com as *dashboards* e o uso da linguagem escrita são essenciais ao monitoramento e à gestão da energia. Em locais onde não é possível o contato visual com o monitor e teclados, os comandos por voz tornam-se a única opção. Em outras palavras, os recursos se completam mutuamente.

3 COMANDOS PELAS LINGUAGENS FALADA E ESCRITA

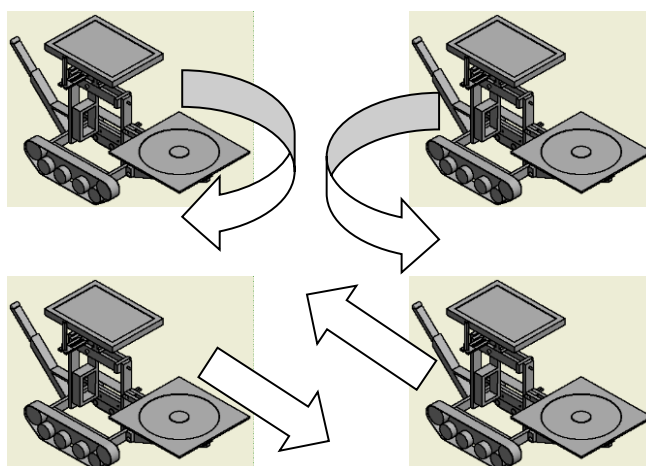
O VTNT opera com interface baseada em PLN (Figura 2) e, portanto, atende a comandos por escrito e por voz em Português do Brasil. Os movimentos básicos do veículo são ‘avançar’, ‘retroceder’, ‘mover à esquerda’ e ‘mover à direita’, representados na Tabela 01 e no Diagrama 01. Todos os comandos presentes da gramática do robô Solar tem, incondicionalmente, ao menos um sinônimo que se constitui como mais uma das opções de um menu mais amplo.

Tabela 01 – Relação de comandos básicos para VTNT

COMANDOS	SINÔNIMOS			
calibrar	calibrar	encontrar norte	procurar norte	buscar norte
avançar	avançar	para frente		
retroceder	retroceder	para trás		
mover à esquerda	mover à esquerda	girar à esquerda		
mover à direita	mover à direita	girar à direita		

Fonte: os autores

Diagrama 01 – movimentos básicos

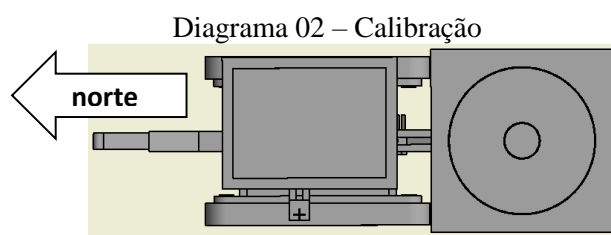


Fonte: MANFREDI, MANFIO (2017).

As áreas hachuradas em cinza das Tabelas 01 e 03 correspondem, como se pode ver, aos próprios comandos. Isso significa que os comandos devem, antes de mais nada, retornar a si mesmos durante o processo de reconhecimento, a busca nas tabelas *hash* – as tabelas de dispersão (MORENO, 2017; ZIVIANI, 1999) por meio das quais o sistema faz a busca dos comandos - e a verificação na gramática. *Hash* significa ‘picadinho’ ou mesmo ‘bagunça’ e relaciona-se ao método de transformação de chave, conhecido como *hashing*. Basicamente, é uma estrutura de dados que associa palavras-chave – ou chaves de pesquisa - a elementos correlacionados - ou valores. Tem como vantagem o potencial de realizar uma busca rápida e obter valores a partir de uma entrada simples como uma palavra (MORENO, 2017; ZIVIANI, 1999, CORMEN et. al., 2012).

O comando específico para iniciar procedimentos automáticos de deslocamento e/ou posicionamento pré-definidos é ‘calibrar’ (Tabelas 01 e 02). Este comando permite localizar o norte magnético do planeta por meio de bússola eletrônica e, obtendo a referência, otimiza outros procedimentos que dependem deste parâmetro, entre eles, o posicionamento adequado do buscador solar para seguir o sol - leste/oeste. Esse recurso está diretamente relacionado à qualidade da gestão da energia gerada pelo protótipo comentada no item 4.2.

Para calibrar, o VTNT gira em torno do próprio eixo à direita, à esquerda e, caso ainda não tenha encontrado, novamente à direita até a variável responsável receber o valor esperado ser preenchida. Uma vez encontrado o norte magnético (Diagrama 2), o VTNT fica pronto para as tarefas relacionadas.



Fonte: MANFREDI, MANFIO (2017).

Caso o usuário/operador não esteja satisfeito ou tenha dúvidas sobre o resultado do posicionamento físico do VTNT em relação ao norte, ele pode solicitar novamente o comando ‘calibrar’, cujos sinônimos básicos são ‘encontrar norte’, ‘procurar norte’ e ‘buscar norte’ (Tabela 2). O uso de sinônimos em um robô de conversação aumenta suas possibilidades em reconhecer os comandos, pois os diferentes vocabulários dos potenciais operadores pode surpreender o sistema com algo não cadastrado em sua gramática (MANFIO, MORENO, BARBOSA, 2014a; 2014b; 2014c).

Mesmo considerando que a dinamicidade de qualquer idioma vivo supera qualquer banco de dados disponível (RICH, 1993; BARBOSA, 2004; MANFIO, 2016), trabalhar as possibilidades sinonímicas junto ao sistema sempre que possível aproxima, mesmo que em micro escala, a IHC ao trato humano e torna mais visível a aplicabilidade de estudos sobre variação linguística do Português do Brasil.

A propósito, a parte deste trabalho que está relacionada especificamente à variação linguística tem como referência o Atlas Linguístico do Brasil – ALiB (CARDOSO, 2014a; 2014b). As variantes linguísticas não coincidem necessariamente com sinônimos e o inverso também é verdadeiro. O conceito de variante linguística é bastante complexo e normalmente há vários elementos sócio-histórico-culturais que devem ser levados em consideração quando de seu estudo (MANFIO, 2016). Outras variantes linguísticas serão acrescentadas em estudos vindouros para que se possa avaliar o grau de nacionalização a que se pode chegar com sistemas dessa natureza.

Importante lembrar que para todos os comandos, usando sinônimos ou não, o robô retorna uma pergunta solicitando confirmação no formato ““deseja ‘x’?”” (Tabela 2). Isso é necessário por vários motivos: (i) pode haver erro na pergunta do operador quanto à pronúncia ou digitação; (ii) pode haver falha no reconhecimento de voz; (iii) pode ocorrer de o operador enviar um comando não adequado.

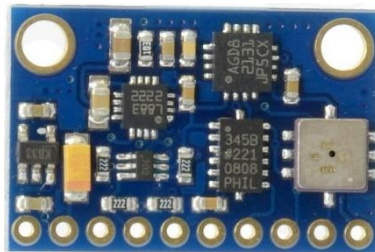
Tabela 02 – Comandos relativos à referência do norte magnético

COMANDOS	SINÔNIMOS				ROBÔ		
					pergunta	aviso 01	aviso 2
calibrar	calibrar	encontrar norte	procurar norte	buscar norte	deseja 'x'?	executando	norte encontrado
sul*	sul				deseja 'x'?	executando	posicionado a sul
leste*	leste				deseja 'x'?	executando	posicionado a leste
oeste*	oeste				deseja 'x'?	executando	posicionado a oeste
norte*	norte				deseja 'x'?	executando	posicionado a norte

Fonte: os autores

Atualmente o VTNT está equipado com o sensor quádruplo GY80 (Figura 03) dotado de acelerômetro, magnetômetro, barômetro e giroscópio³.

Figura 03 – Sensor quádruplo GY-80



Fonte: Epro Labs (2018).

A Tabela 03 exhibe a distribuição das grandezas medidas pelo GY-80 (EPRO, 2019) e sua relação com comandos e sinônimos. O magnetômetro é consultado com os mesmos comandos relacionados na Tabela 02, simplificados por questão de espaço na Tabela 03. Quanto ao acelerômetro, ainda não foram encontrados sinônimos funcionais em Português do Brasil para as ‘inclinação lateral’ ou ‘inclinação longitudinal’ e, portanto, serão necessárias mais pesquisas linguísticas. As três grandezas medidas pelo barômetro – ‘pressão’, ‘altitude’ e ‘atmosfera’ - já têm seus sinônimos registrados e os comandos podem acessá-las sem problemas. Exemplo: ‘pressão em PA’ = ‘pressão’ = ‘PA’ (Tabela 03).

³ O giroscópio, embora esteja devidamente configurado e retorne as variáveis X, Y e Z em graus, não foi incluído na Tabela 3 para o momento atual da pesquisa, pois ele depende de outros ajustes mecânicos e aplicação do recurso de PWM no controle dos motores para que o modo de deslocamento - ainda muito brusco - não gere erros de leitura no dispositivo em questão.

Tabela 03 – Funções do sensor quádruplo

sensor GY80	comando	sinônimos	
MAGNETÔMETRO	calibrar	x	x
	encontrar norte	procurar norte	buscar norte
ACELERÔMETRO	inclinação lateral	x	x
	inclinação longitudinal	x	x
BARÔMETRO	pressão em PA	pressão	PA
	altitude	altura	x
	atmosfera padrão	atmosfera	

Fonte: os autores

Note-se, portanto, o quão íntimas são as relações entre os comandos de posicionamento do VTNT, as condições meteorológicas e a geração eficiente de energia. Em caso de chuva iminente - queda brusca de temperatura e da pressão atmosférica - o modo de economia de energia pode ser antecipado em vários minutos e o gerenciamento até o final do período de baixa radiação solar (MORAIS et al., 2018; ROSARIO & MORAIS, 2017). Em outra situação, se o veículo não estiver orientado adequadamente em relação ao norte magnético, a captação de energia fica comprometida, pois o buscador solar não consegue manter o painel voltado diretamente ao sol durante todo o dia.

4 RESULTADOS: MONITORAMENTO E GESTÃO DE ENERGIA

4.1 Monitoramento

O PLN, neste projeto, está estreitamente ligado ao monitoramento remoto. Ele permite ao operador enviar comandos e receber dados por meio das linguagens escrita e falada e proporciona maior otimização e mobilidade ao operador que necessita efetuar outras pequenas tarefas enquanto comanda o protótipo. Mais que isso, viabiliza ao operador a possibilidade de tomar decisões em tempo real no que diz respeito à gestão da energia gerada e consumida pelo sistema como um todo, mesmo considerando que, em parte, a gestão já é feita automaticamente pelo sistema.

Nesse item serão apresentados dois exemplos de situações que abarcam uma quantidade significativa das variáveis mais comuns e relativas ao monitoramento e ao gerenciamento: tensão, corrente e potência elétricas. Uma dessas situações tem a ver com gestão automática está representada na Figura 04, condição em que a disponibilidade de sol - 'painel' - e a tensão de operação nominal do sistema do VTNT se encontram em

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL APLICADO A VEÍCULO TERRESTRE NÃO TRIPULADO PARA MONITORAMENTO REMOTO E GESTÃO DE ENERGIA

estado crítico, ou seja, não há sol suficiente para carga satisfatória das baterias e estas não se encontram com a carga ideal otimizada, considerando que os limiares para desligamento automático de segurança previsto em algoritmo são as tensões 13,0 e 10,8 volts⁴, respectivamente, para ‘painel’ e ‘sistema’.

Figura 04 – Gráficos das tensões de ‘painel’ e ‘sistema’ presentes na IHC



Fonte: os autores

A relação com o PLN aqui é direta, pois caso haja necessidade, o operador pode solicitar mais algumas tarefas ao veículo mesmo com risco de pane (gerenciamento). Um dos casos é ordenar que o veículo desloque-se algumas dezenas de metros para que se livre de uma sombra inesperada e tenha acesso a momentos extra de energia solar ao final do dia. Este teste foi feito em condições reais de uso com o buscador solar acoplado ao VTNT (Figura 01).

Outra dessas situações está representada na Figura 05, condição em que as potências de três diferentes dispositivos são medidas separadamente no gráfico das ‘potências’⁵. Entre 7 e 30 segundos, a **potência de geração** do painel está em torno de 10 watts (linha azul), visivelmente maior que a **potência de consumo** do sistema (linha amarela) que está em torno de 6 watts.

Essa condição é considerada adequada em termos comparativos, ou seja, é importante que a **potência de geração** seja sempre maior que a **potência de consumo**. Entretanto, a potência de geração está muito abaixo da ideal, considerando que o painel tem potência nominal de 20 watts. O usuário/operador, inteirado sobre as características do sistema, pode solicitar informações por voz (monitoramento) e enviar uma diretriz

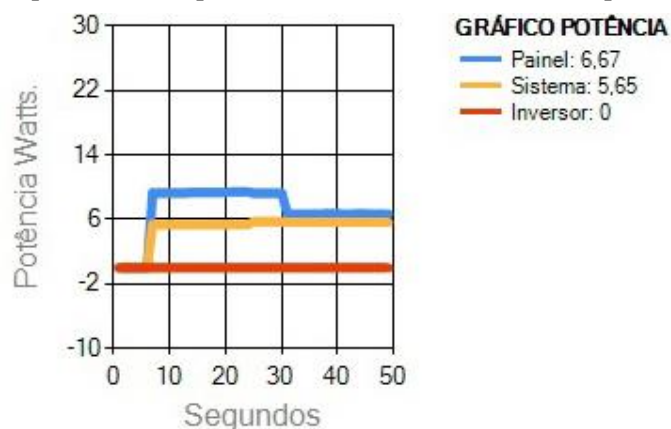
⁴ A tensão 10,8 volts uma referência mínima bastante usual para baterias com tensão nominal de 12 volts no que diz respeito à preservação de sua vida útil. A tensão de 13,0 volts para o sistema em questão é insuficiente para carregar baterias pois o controlador de carga precisa de 1,5 volt para operar. Ex. $13 - 1,5 = 11,5$.

⁵ No período medido entre 0 e 50 segundos o inversor está desligado e sua potência é muito próxima de zero (linha vermelha).

hierarquicamente superior àquelas predeterminadas pelo algoritmo básico, solicitando que o VTNT se repositone para melhor receber a luz solar ou mesmo que entre em hibernação para que outras ações não fiquem comprometidas (gerenciamento).

Note-se que isso pode ser feito mesmo se o operador não tiver contato visual com as *dashboards* e mesmo com o VTNT, uma vez que os dados podem ser consultados por voz (monitoramento) e a decisão também pode ser enviada por meio da linguagem falada (gerenciamento).

Figura 05 – Gráficos das potências do ‘painel’, do ‘sistema’ e do inversor presentes na IHC



Fonte: os autores

Estes dois exemplos apresentados são apenas alguns dos vários que estão relacionados à IHC desenvolvida (Figura 2). Em momento oportuno, outro artigo discutindo tão somente os testes usando PLN envolvendo todas as funcionalidades da IHC poderão ser discutidos em detalhes.

4.2 Gestão De Energia

Um dado relevante a ser considerado neste estudo em que os protótipos são movidos pela energia fotovoltaica, é que essa matriz energética vem ganhando mais espaço entre as fontes de geração de energia convencionais existentes. Até 2014, ela já correspondia a 01 por cento da matriz energética mundial (TOLMASQUIM, 2016; TIBA, 2000). Embora pareça pouco, seu crescimento tem sido quase exponencial neste início de século e o Brasil, que é a terceira região do mundo com mais disponibilidade de sol no planeta (TOLMASQUIM, 2016; TIBA, 2000), tem seguido essa tendência.

Especificamente sobre o conceito de gestão de energia, é válido dizer que, embora seja bastante complexo e envolva todos os modos de geração de energia conhecidos pelo homem, sempre está relacionado à organização e equilíbrio das três esferas que compõem a sustentabilidade: a econômica, a ambiental e a social (SÁ, 2010).

A quantidade de energia gerada - e gerenciável - por esse protótipo é da ordem de apenas 180 watts e, embora não gere impacto econômico, ambiental e/ou social significativos, é suficiente para suprir as próprias necessidades do sistema e fornecer energia extra a aplicações básicas como iluminar a própria sala de desenvolvimento (RJI) por cerca de 20 minutos. Trata-se de um sistema de iluminação dotado de 8 lâmpadas 18 watts tipo LED tubular, cujo comutador manual (Figura 05) desconecta as lâmpadas da rede convencional e as acopla ao inversor do protótipo solar (Figura 06), alimentado pelas baterias do protótipo.

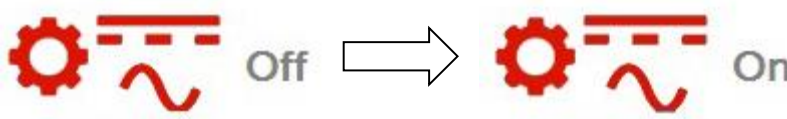
Figuras 05 e 06 – Comutador da sala de desenvolvimento e Inversor



Fonte: os autores

Isso significa que essa energia não só é independente do fornecimento convencional das concessionárias como também pode ser utilizada quando e como for determinada pelo usuário. A Figura 07 exibe um detalhe a mudança de status do inversor de desligado (off) para ligado (on/intermitente) da forma como é exibida no painel *dashboard* (Figura 2) quando o aplicativo está aberto.

Figuras 07 – Mudança de status do ícone de inversor



Fonte: os autores

Em modo automático, o sistema desliga-se automaticamente quando a tensão das baterias atinge o limiar mínimo de tensão recomendado (ver nota 3). Outros recursos automáticos são o modo ‘aguardar’ e ‘dormir’ que, respectivamente, suspendem atividades não vitais do sistema quando o sol está insuficiente – como em dias nublados – ou desligam o sistema quando anoitece após retornar o buscador para a posição leste. As funções ‘aguardar’ e ‘dormir’ são responsáveis pela tarefa básica de economia de energia das baterias para casos baixa radiação solar ou ociosidade do sistema.

Em quaisquer desses casos, o VTNT permanece estacionado e não realiza tarefas de manobras, considerando que os motores de tração do veículo, salvo o inversor (Figura 06), são os que mais consomem energia das baterias. O único recurso que pode se sobrepor a tais protocolos automáticos são os comandos enviados pelo operador nas condições comentadas no item 4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi dar mobilidade e tornar mais gerenciáveis um buscador solar, um conjunto de sensores meteorológicos e a própria energia gerada utilizando um VTNT controlado por PLN. Os resultados indicam que o uso do PLN para essas aplicações não apenas otimizam como também tornam o monitoramento remoto e a gestão da energia mais intuitivos, velozes e eficazes. A possibilidade de somar a precisão da automação por computador e a intuição humana no processo de gerenciamento de energia sustentável é uma opção que abre maior quantidade de nuances possíveis. Enquanto o computador se encarrega das tarefas mais repetitivas, o ser humano pode incrementar as rotinas dos algoritmos tomando decisões que ampliam as limitações da automação.

As energias sustentáveis e limpas se integrarão às sociedades em um movimento de inércia exponencial e há uma tendência de os micro e mini sistemas de geração de energia se reproduzirem grandemente em todo o mundo. O presente projeto é certamente o protótipo de um deles e, como todas as tecnologias que pretendem inovações, evoluirá para conjuntos mais eficientes.

Futuramente, pretende-se utilizar o sistema aqui apresentado para aumentar autonomia de um VANT servindo-lhe como base de apoio: carga automática de bateria e

transmissão de dados coletados (MORAIS; MANFIO, 2017). Outras aplicabilidades que tem em vista a mobilidade de energia e monitoramento remoto para aplicações urbanas e rurais encontram-se em estudo neste momento. Essas aplicabilidades possivelmente terão envolvidas conceitos como Internet das Coisas (IoT) e grande volume de dados (Big Data).

REFERÊNCIAS

SÁ, André Fernando Ribeiro de. **Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética**. Ed. Publindustria, 2ª ed. 2010.

AMARAL, Fernando. **Introdução à ciência de dados: mineração de dados e big data**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

BORGUI, Pedro Bosa; MANFIO, Edio Roberto; MORAIS, Marcos Vinícius Bueno de. **Técnicas de pintura e manutenção automotiva para protótipos mecatrônicos do projeto Fapesp da Fatec Garça**. In 8º Congresso de Pesquisa Científica: Empreendedorismo, Tecnologia, Inovação e Ética. **Caderno de Resumos**, v.1, p.431. Marília, 2018.

BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs Camerlengo de. **Técnicas de parsing para gramática livre de contexto lexicalizada da língua Portuguesa**. (Doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação) – Curso de Engenharia Eletrônica e Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 2004. 171 f.

CARDOSO, Suzana Alice Marcelino da Silva et al. **Atlas Linguístico do Brasil: Introdução**. Vol. 1. Londrina: Eduel, 2014a.

CARDOSO, Suzana Alice Marcelino da Silva et al. **Atlas Linguístico do Brasil: Cartas Linguísticas I**. Vol. 2. Londrina: Eduel, 2014b.

CORMEN, Thomas H. **Algoritmos: Teoria e Prática**. Ed. 3. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

EPRO Labs. **Gy-80**. Disponível em: <https://www.eprolabs.com/product/gy-80-10-dof-imu-module/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

JURAFSKY, Daniel; MARTIN, James H. **Speech and language processing: an introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1999.

MANFIO, Edio Roberto. **Avaliação de dispositivos acionados por voz e texto para o Português Brasileiro**. 2016. 121 f. Tese (Doutorado em Estudos da Linguagem) Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem – PPGEL. Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2016.

MANFIO, Edio Roberto; MORENO, Fabio Carlos; BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs Camerlengo de. Professor Tical e ALiB: Interação Humano Computador em Diferente Campo. In: XIX TISE – Conferência Internacional sobre Informática na Educação. **Anais...** ISBN: 978-956-19-0836-9. Fortaleza, 2014a, p. 782.

MANFIO, Edio Roberto; MORENO, Fabio Carlos; BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs Camerlengo de. Professor Tical: Robô de Conversação sobre Dialetoologia e Geossociolinguística. In: III CIDS - Congresso Internacional de Dialetoologia e Sociolinguística – Variação, Atitudes linguísticas e Ensino. 2014. Londrina, UEL. **Caderno de Resumos.** ISBN: 978 85 7846 297 0. Londrina, 2014b. p. 48.

MANFIO, Edio Roberto; MORENO, Fabio Carlos; BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs Camerlengo de. Tecnologia Interativa Conversacional sobre Assuntos Linguísticos - Tical: Linguagem e Significação. In: IX Seminário de Estudos sobre Linguagem e Significação e X Simpósio de Leitura da UEL "Convenções e Ousadias da Linguagem". **Caderno de Resumos.** Londrina: UEL, 2014c, p. 54-55.

MANFIO, Edio Roberto; MORENO, Fabio Carlos; BARBOSA, Cinthyan Renata Sachs Camerlengo de. Um robô linguista que ‘ouve’ e ‘fala’: Geolinguística, PLN e tabelas *hash* em concurso. **In Revista Signum** (Qualis A2) – Revista do Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem. ISSN 2237-4856, 2016. UEL, Londrina, 2016.

MANFIO, E. R. ; MORAIS, Marcos Vinícius Bueno de ; MORENO, F. C. ; BARBOSA, C. R. S. C. ; GUIMARAES, M. P. **Monitoring System for Agrometeorological Application with Voice-Controlled Interface.** INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE, v. 5, p. 12-17, 2018. . <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.5.12.3>

MANFREDI, Daniel de Souza; MANFIO, Edio Roberto. Projeto CAD Protótipo Solar Avançado. 7º Congresso de Pesquisa Científica: inovação, sustentabilidade, ética e cidadania. **Caderno de Resumos.** ISBN 978-85-87937-25-4. Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM, Faculdade João Paulo II - FAJOPA, Faculdade de Tecnologia de Garça - Fatec e a Faculdade de Medicina de Marília - FAMEMA. 23-28 out. 2017.

MORAIS, Marcos Vinícius Bueno de; MANFIO, E. R. ; PAULINO, M. A. ; PAULA, R. C. A.; MARIUCIO, J. V. D. **Sensores Agrometeorológicos acoplados a veículo terrestre não tripulado com software de visualização de dados para dispositivos móveis.** In: Simpósio Nacional de Tecnologia no Agronegócio, 2018, Presidente Prudente. X Sintagro, 2018. v. 10.

MORAIS, Marcos Vinicius Bueno; MANFIO, Edio Roberto. **Development of a UAV charging mobile platform coupled with agrometeorological sensors for hailstorm analysis.** Research Proposal submitted to the PITE Program - FAPESP and IBM 2nd Call for Proposals – 2017.

MORENO, F. C. **Visual Tahs:** ferramenta para analisar a eficácia de buscas das funções hash em um Léxico para Língua Natural. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Estadual de Londrina, 2017.

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL APLICADO A VEÍCULO TERRESTRE NÃO TRIPULADO PARA MONITORAMENTO REMOTO E GESTÃO DE ENERGIA

GUERRA, Marcos Paulo Guimarães; MANFIO, Edio Roberto; MORENO, Fabio Carlos; MORAIS, Marcos Vinícius Bueno de. IHCs dedicadas a energias sustentáveis. In **Revista e-f@tec**. ISSN: 2317- 451X, vol. 7. n. 1, 2017. Garça, 2017.

PAULA, Rayelli C. A. de; MANFIO, E. R.; MORAIS, Marcos V. B. de. Veículo terrestre não tripulado com recurso de identificação para obstáculos fixos. In: 8o. Congresso de Pesquisa Científica: Empreendedorismo, Tecnologia, Inovação e Ética, 2018, Marília. Caderno de Resumos. v.1. p. 435, 2018.

PAULINO, Michel A.; MANFIO, E. R.; MORAIS, Marcos V. B. de. Software para controle de movimento de veículo terrestre não tripulado. In: 8o. Congresso de Pesquisa Científica: Empreendedorismo, Tecnologia, Inovação e Ética, 2018, Marília. **Caderno de Resumos**. v.1. p. 442. 2018.

PREECE, Jennifer; YVONNE, Rogers; SHARP, Helen. **Design de interação**: além da interação homem-computador. Tradução de Viviane Possamai. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PROJETO Atlas Linguístico do Brasil. Disponível em: <<https://alib.ufba.br/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

RICH, Elaine. **Inteligência Artificial**. Tradução Maria Cláudia Santos Ribeiro Ratto. São Paulo: Makron Books, 1993.

ROSARIO, G. P. A. F. ; MORAIS, Marcos Vinícius Bueno de. Desenvolvimento de uma API para monitoramento de variáveis meteorológicas. In: 7º Congresso de Pesquisa Científica, 2017, Garça. **Anais do 7º Congresso de Pesquisa Científica: Inovação, Sustentabilidade, ética e cidadania**, 2017. v. 7.

SBC. **Processamento de Linguagem Natural**. Disponível em: <<http://sbc.org.br/14-comissoes/394-processamento-de-linguagem-natural>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

TOLMASQUIM, Maurício T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TIBA, Chigueru et al. **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.

ZIVIANI, Nivio. **Projeto de algoritmos**: com implementação em Pascal e C. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.