

ESTUDO SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS DA IOT ASSOCIADAS AOS CÃES EM OPERAÇÕES DE BUSCA E RESGATE.

V.L.B.C. Eberle¹; R.M. Silva¹; V.L. Monteiro^{1,*}; R.A. Moura¹

1 Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal
Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP,
CEP.: 12247-014, Brasil.
Telefone: (12) 3905-2423

*monteiro_vera@uol.com.br

RESUMO: Operações de busca e resgate são essenciais para encontrar pessoas atingidas por desastres. Quanto mais rápida é a busca, maiores serão as chances de salvá-las. Cães possuem habilidades para adentrar áreas restritas, aprimorando as atividades das equipes, na busca e salvamento de vítimas. Coletes equipados eletronicamente, para uso associado aos cães, informam os condutores sobre o ambiente do desastre, e monitoram a saúde dos animais durante as buscas. O objetivo deste trabalho é analisar quais tecnologias são mais adequadas para compor um colete, para associação aos cães. A ferramenta utilizada foi o Processo de Análise Hierárquica Multicritério (AHP) e, entrevistas com equipes condutoras dos cães e com veterinários. Como resultado, os sensores apontados como mais relevantes para uso no colete, para o monitoramento do ambiente e da saúde animal, foram o de frequência cardíaca para o cão, e os de gás liquefeito de petróleo e gás natural para o ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: desastres naturais; cães; colete eletronicamente equipado.

ABSTRACT: Search and rescue operations are essential to finding people affected by disasters. The shorter the search time, the greater the chances of saving them. Dogs have skills to enter restricted areas, enhancing team activities, searching for and rescuing victims. Electronically equipped vests, for use with dogs, inform drivers about the environment of the disaster, and monitor the health of animals during searches. The objective of this work is to analyze which technologies are most suitable to compose a vest, for association with dogs. The tool used was the Multicriteria Hierarchical Analysis Process (AHP) and interviews with drivers and veterinarians. As a result, the sensors rated as most relevant for use in the vest, for monitoring the environment and animal health, were the heart rate for the dog, and the liquefied petroleum gas and natural gas for the environment.

KEYWORDS: natural disasters; dogs; electronically equipped vest.

1. INTRODUÇÃO

O banco de dados global de desastres, mantido pelo Centro de Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED), em Bruxelas, informa que há mais de 600 desastres ocorrendo a cada ano no mundo e, existe uma tendência de aumento no número e na intensidade desses desastres (DILLEY et al., 2005).

Em meio a esse cenário, evidencia-se a importância na gestão de operações de desastres, em todas as fases desses eventos, de forma a reduzir as perdas humanas e materiais (BERTAZZO et al., 2013).

A velocidade é essencial nas operações de busca e resgate, pois a vítima corre perigo de morte e, cada segundo, tem impacto nas chances de se encontrar e resgatar sobreviventes, cabendo em muitos casos, a utilização de cães treinados (ZEAGLER *et al.*, 2016).

Nas atividades de busca e resgate as equipes trabalham usando o comportamento do cão e a orientação do condutor para procurar vítimas. No entanto, quando a área é ampla e com muitas estruturas - algumas das quais podem estar reduzidas a escombros, a busca torna-se extenuante, pela incapacidade dos condutores de acompanhar seus cães (FERWORN *et al.*, 2006).

No contexto da gestão de desastres, as tecnologias da IoT têm potencial para se tornar um facilitador, atuando na comunicação em tempo real, para alívio oportuno e respostas rápidas (SINHA *et al.*, 2017).

Este trabalho tem por objetivo analisar quais tecnologias seriam mais adequadas para compor um colete eletronicamente equipado, associado aos cães de busca e resgate, de forma a monitorar a saúde do animal e o ambiente em que o cão será inserido.

2. DESASTRES

Segundo a Federação Internacional das Sociedades da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho (IFRC), desastres podem ser definidos como eventos súbitos e calamitosos que interrompem as atividades de uma comunidade e que causam perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais impedindo a comunidade de se recuperar através de seus próprios recursos (NATARAJARATHINAM, CAPAR e NARAYANAN, 2009).

As comunidades têm reconhecido a magnitude e a recorrência dos desastres têm aumentado, e também o número de vítimas. Eventos envolvendo desastres naturais têm comprovado o quanto as comunidades atuais estão vulneráveis e confirmando a importância dos estudos dedicados à logística humanitária (FREITAS e OLIVEIRA, 2014).

2.1. Deslizamentos

Os deslizamentos são fenômenos comuns onde há relevo acidentado, especialmente nas encostas, e provocam sérias consequências em áreas urbanizadas e adjacências (FREITAS, 2018).

Os deslizamentos se concentram no Sul e Sudeste do país, onde há maior ocupação irregular de encostas, em regiões serranas. As inundações se tornaram um problema característico das cidades devido à impermeabilização do solo e à habitação ao redor de rios e córregos (TOMINAGA; SANTORO e AMARAL, 2009).

De acordo com a figura 1, os deslizamentos, enchentes e alagamentos de terra são os desastres naturais que causam mais mortes no Brasil.

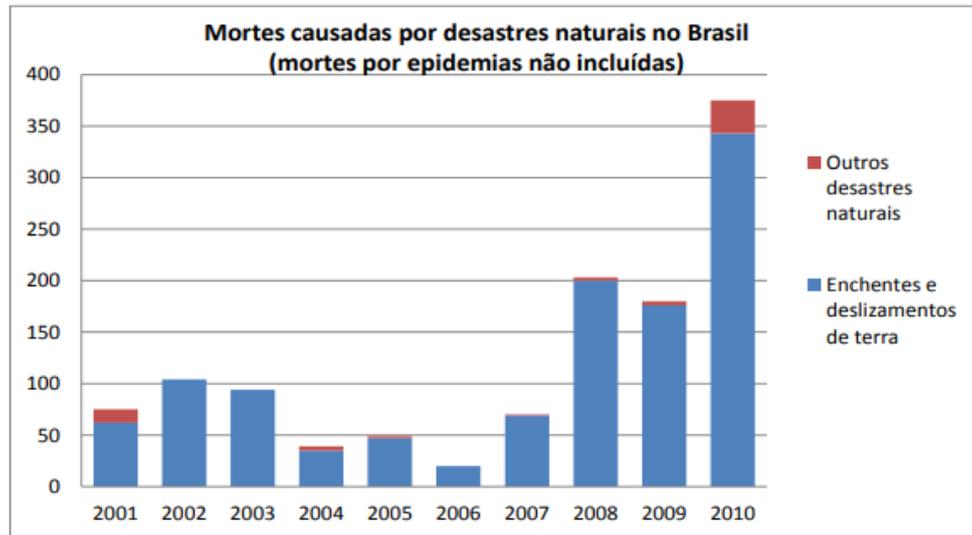


Figura 1. Mortes causadas por desastres naturais no Brasil (Fonte: Kawasaki et al 2012).

Um evento com deslizamento ocorreu na região serrana do Rio de Janeiro, no início de 2011, afetando casas, hotéis, comércios e ruas, durante uma grande tempestade. Neste evento ocorreram mais de 900 mortes. As maiores causas para que os deslizamentos aconteçam são as ocupações em locais de encostas devastadas (PENSAMENTO VERDE, 2014).

3. INTERNET DAS COISAS (IOT)

Internet das Coisas (IoT) pode ser descrita como um grupo de elementos, tais como: sistemas de posicionamento global (GPS), identificação por radiofrequência (RFID), sensores infravermelhos, scanners a laser e outros, que, vinculados a qualquer equipamento com acesso à internet, possibilitam a troca de informação, para se identificar, localizar e monitorar uma rede de forma inteligente (SUN, 2012).

As "coisas" em tal rede referem-se a qualquer entidade virtual ou real, como seres humanos, objetos inanimados, agentes de software inteligentes ou até mesmo dados virtuais. O paradigma da IoT pode ser considerado em conjunto com estratégias efetivas de coleta de dados e a capacidade de compartilhar tais dados. A tecnologia tem potencial para realizar sistemas complexos de apoio à decisão, fornecendo os serviços necessários de maneira mais precisa, organizada e inteligente (SINHA *et al.*, 2017).

A IoT possui muitas aplicações em diversas áreas. Por exemplo, nos trabalhos em áreas de desastres, sensores são instalados em pontes, rios, lagos etc., e dados são coletados e podem ser utilizados para prever terremotos, e minimizar a perda de vidas e propriedades (JAYASWAL e SHARMA, 2016).

a) SISTEMAS DE POSICIONAMENTO GLOBAL – GPS: As tecnologias como unidades de rastreamento por GPS são utilizadas por condutores para localizar os cães durante operações de salvamento. São importantes quando o cão está fora da visão do condutor, possibilitando verificar se o animal está em segurança durante as buscas (ZEAGLER *et al.*, 2016).

b) SENSORES: Os sensores são usados para fazer leituras, traduzindo uma observação física em conteúdo digital. Podem ser utilizados para monitorar sinais biológicos dos cães, durante os trabalhos de busca por vítimas, além de permitir o envio de sinais de comando aos animais (LE, 2017).

- c) **IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA – RFID:** RFID é uma tecnologia que pode ser aplicada para melhorar o gerenciamento de todos os processos da logística e da cadeia de suprimentos, pois permite a coleta de dados e o rastreamento dos produtos em tempo real (CHEUNG *et al.*, 2008).

3.1. Uso das Tecnologias IOT Associada aos Cães

À medida que os elementos tecnológicos se tornam menores, mais acessíveis e mais onipresentes, surgiram o campo da interação canino-computador. Estudos unindo tecnologias aos cães, ajudaram a tornar as ações de resgate mais efetivas (MAJIKES *et al.*, 2016).

Como exemplo apresentado por Majikes *et al.* (2016), os dispositivos da Internet das Coisas (IoT) podem alertar uma pessoa cega quando seu cão-guia está experimentando níveis aumentados de estresse. Além disso, poderá dar aos condutores de busca e salvamento informações sobre o ambiente, mesmo quando o cão não estiver dentro da sua linha de visão (BOZKURT *et al.*, 2014).

Cães de uso militar (MWDs) podem se beneficiar da tecnologia IoT, no que se refere ao monitoramento de temperatura central, ao trabalhar em ambientes extremamente quentes ou frios e, com a comunicação remota, usando tecnologias sem fio para facilitar o trabalho a distâncias maiores. Esse tipo de comunicação mais eficiente não apenas informa o condutor sobre a tarefa que está sendo completada pelo cão, mas também fornece informações sobre a saúde física e mental do cão, do ambiente geral e da capacidade do cão de concluir a tarefa atribuída (MAJIKES *et al.*, 2016).

Ainda conforme Majikes *et al.* (2016) os dispositivos em um sistema IoT canino podem ser categorizados em:

- a) **Monitorar o cão:** dados de monitoramento de cães incluem posição, postura ou movimento, juntamente com dados fisiológicos, como respiração ou batimento cardíaco.
- b) **Monitorar o ambiente:** os dados incluem temperatura, sensores de gás ou áudio.
- c) **Comunicações de sinalização canina-humana:** as comunicações podem incluir vídeo ou vibração para sinais de comando.

4. O USO DO CÃO DE SAR (*SEARCH AND RESCUE* – BUSCA E RESGATE)

Existem vários desafios que aumentam o tempo necessário para encontrar sobreviventes dentro dos destroços. Como existe um tempo finito em que alguém pode sobreviver em escombros, é fundamental que as operações de busca ocorram da forma mais rápida e eficaz possível, para que as vítimas sejam encontradas vivas (RIBEIRO, MAVADDAT e FERWORN, 2011).

Os cães detectam coisas em condições desfavoráveis para os humanos, como ambientes de baixa visibilidade (escuros ou altamente obstruídos) e em grandes distâncias. A capacidade de percepção de odores, a agilidade superior aos humanos e a capacidade de ouvir em faixas mais altas, ajudam a aumentar a eficiência das equipes de SAR (ZEAGLER *et al.*, 2016).

Embora os cães tenham habilidades superiores em comparação com os humanos, os condutores de cães são essenciais para o sucesso da operação de busca e resgate, devido à estratégia exigida em cada busca (ZEAGLER *et al.*, 2016).

4.1. Elementos da IoT Associados aos Cães de SAR

Estudos unindo tecnologias e animais, culminaram na criação de sistemas de computador que tornaram os trabalhos conjuntos mais eficazes, principalmente durante as missões de busca e resgate (ZEAGLER *et al.*, 2016).

Condutores precisam supervisionar a segurança do meio ambiente e cuidar do bem-estar de seus cães, lendo continuamente sua linguagem corporal, procurando por sinais de ansiedade, superaquecimento ou qualquer condição crítica de saúde (BOZKURT *et al.*, 2014).

CEWD - Cyber-Enhanced Working Dog System é um sistema composto por elementos da IoT montados sobre um colete canino, muito útil para os cães em operações de busca (BOZKURT *et al.*, 2014).

Os CEWDs se beneficiam de uma comunicação mediada por computador entre cães e seus condutores, mesmo quando estão fora de vista. Essa interface da máquina com o cão também permite o treinamento inteligente, assistido por computador, para acelerar o aprendizado, reduzir o custo do treinamento e aumentar a disponibilidade desses ativos valiosos. Os CEWDs permitem que condutores obtenham informações fisiológicas e comportamentais dos seus cães, em tempo real. Além disso, os cães podem receber comandos dos condutores que direcionam sua busca e, desta forma, garantem sua segurança e aprimoram as atividades de busca e salvamento (BOZKURT *et al.*, 2014).

Os CEWDs são equipados com sensores e outros elementos, formando uma rede que fornece monitoramento detalhado, em tempo real, do cão e do ambiente. Forma-se um nó computacional remoto, que incorpora algoritmos inteligentes de detecção, sensível ao contexto e modelos caninos, que recupera e interpreta os dados do sensor no cão e apresenta informações importantes sobre o seu comportamento e sobre o ambiente onde ele está inserido (BOZKURT *et al.*, 2014).

5. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o método de tomada de decisão multicritério AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvido no ano de 1970 por Tomas L. Saaty. O intuito foi avaliar, sob a ótica de usuários e veterinários, quais tecnologias seriam mais adequadas para compor o colete eletronicamente equipado (CEWD), associado aos cães de SAR, de forma a monitorar a saúde do animal e, o ambiente em que o mesmo será inserido.

A aplicação do AHP se inicia pela montagem do problema em uma hierarquia de critérios de fácil análise e comparáveis de modo independente. Após construída a hierarquia, os tomadores de decisão avaliam as alternativas por meio da comparação, duas a duas, dentro de cada um dos critérios (SAATY, 2008).

Os critérios usados no AHP para a escolha dos componentes para o CEWD, foram determinados através de entrevistas realizadas com o Corpo de Bombeiros, com agentes da Defesa Civil do estado de São Paulo e com veterinários. As entrevistas objetivaram a definição do grau de importância que cada entrevistado atribuía aos critérios e depois, às alternativas, de forma a determinar o quão importante um critério ou alternativa é em relação ao outro.

Com as respostas obtidas dos entrevistados, desenvolveu-se a modelagem dos dados, através do uso do *software Expert Choice*. A preferência pelo *Expert Choice* se dá por ser uma ferramenta de suporte à decisão, baseada no método AHP (FAVRETTO e NOTTAR, 2016).

5.1. Definição das Alternativas para a Saúde do Animal

Segundo Brugarolas *et al.* (2014) os sinais vitais, como a frequência cardíaca, podem ser usados para auxiliar na identificação de estresse ou excitação. Essa informação pode ser usada pelos condutores para aperfeiçoar metodologias, a fim de ganhar eficácia nas operações. Sendo assim, o monitoramento do estado físico dos cães é essencial para realizar uma operação de busca e resgate efetiva e garantir o bem-estar do cão.

De acordo com Al-libawy *et al.* (2016) a fim de evitar situações de risco em ambientes externos e para proteger o animal da fadiga, que pode levá-lo à morte, os sinais biológicos considerados mais confiáveis estão relacionados a frequência cardíaca e a temperatura corporal.

Tendo por base as entrevistas, e com o apoio dos estudos acima, os sinais biológicos definidos para o monitoramento da saúde animal serão: **frequência cardíaca, frequência respiratória** e

temperatura corporal, conforme explicado na Tabela 1, os quais serão analisados com relação aos critérios **consumo de energia, custo e relevância**, conforme explicado na Tabela 2.

Tabela 1: Alternativas para monitoramento da Saúde do Animal

Alternativas	Definição das alternativas
Sensores de Frequência Cardíaca	Os Sensores de Frequência Cardíaca efetuam a leitura das batidas do coração usando um sensor óptico amplificado e envia esses dados para um microcontrolador, como o Arduino.
Sensores de Frequência Respiratória	Os Sensores de Frequência Respiratória monitoram a frequência, ritmo e característica da respiração, e a oxigenação do sangue.
Sensores de Temperatura Corporal	Os Sensores de Temperatura monitoram a temperatura do corpo, a fim de evitar hipotermia ou exposição a temperaturas extremas.

Tabela 2. Critérios para elementos de monitoramento da Saúde do Animal

Critérios	Definição dos critérios
Consumo de Energia	É importante a escolha de elementos (sensores etc.) com baixo consumo de energia, tendo em vista sua durabilidade nas operações.
Custo	É importante a escolha de elementos (sensores etc.) cujo valor seja acessível aos órgãos que queiram utilizá-lo.
Relevância	Quais sinais vitais são considerados mais relevantes para monitoramento, tendo em vista o tipo de trabalho e o ambiente ao qual o cão será exposto.

A figura 2 mostra como ficou a árvore de decisão, para os elementos do CEWD que irão fazer o monitoramento da saúde do animal.

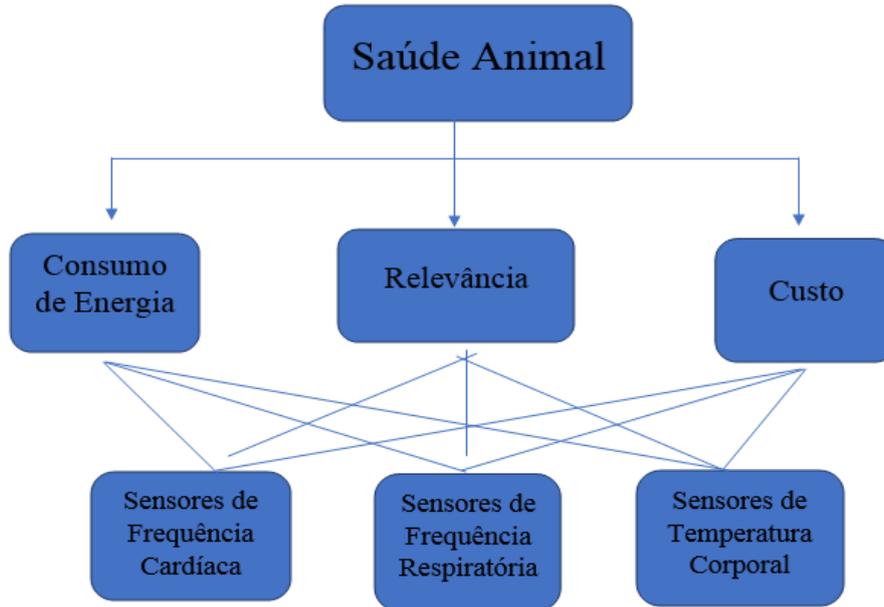


Figura 2. Árvore de Decisão para os Elementos de Monitoramento da Saúde Animal

5.2. Definição das Alternativas para o Monitoramento do Ambiente

Segundo Bozkurt *et al.* (2014), para monitorar o ambiente devem ser considerados sensores para diferentes tipos de gases, tais como: monóxido de carbono (MQ-7), hidrogênio (MQ-8), metano (MQ-4) e gás liquefeito de petróleo (MQ-6). Esses sensores emitem uma tensão proporcional à concentração do gás detectado, de forma que o condutor possa garantir a segurança do cão na operação.

O sensor de gás é um dos elementos de grande importância a ser considerado para equipar o CEWD, garantindo a segurança do animal no momento da busca. Assim sendo, é necessário considerar quais os gases mais presentes nos eventos de desastre com vítimas (ZEAGLER *et al.*, 2016).

Portanto, baseando-se nas entrevistas e com o apoio dos estudos acima, ficou definido que os sensores de gás a serem considerados como alternativas para monitoramento do ambiente serão: os de **gás liquefeito de petróleo** e, de **gás natural e CO₂**, conforme explicado na Tabela 3.

Para este objetivo, foram considerados os critérios: **consumo de energia, custo e frequência** (Tabela 4), também definidos nas entrevistas, para a escolha dos sensores mais adequados ao monitoramento do ambiente do desastre onde os cães de SAR irão atuar.

Tabela 3. Definição das Alternativas do Ambiente

Alternativas	Definição das alternativas
Sensores de CO ₂	Sensor capaz de detectar a presença de CO ₂ , que pode ser encontrado em áreas de desastres.
Sensores de Gás Liquefeito de Petróleo e Gás Natural	Sensor capaz de detectar a presença de gás liquefeito de petróleo e gás natural, que podem ser encontrados em áreas de desastres.

Tabela 4. Critérios para elementos de monitoramento do Ambiente

Critérios	Definição dos critérios
Consumo de Energia	É importante a escolha de elementos (sensores etc.) com baixo consumo de energia, tendo em vista sua durabilidade nas operações.
Custo	É importante a escolha de elementos (sensores etc.) cujo valor seja acessível aos órgãos que queiram utilizá-lo.
Frequência	Esse critério refere-se à frequência com que o gás é encontrado nas áreas de desastre.

A figura 3 mostra como ficou a árvore de decisão, para os elementos do CEWD que irão fazer o monitoramento do ambiente onde o cão irá atuar.

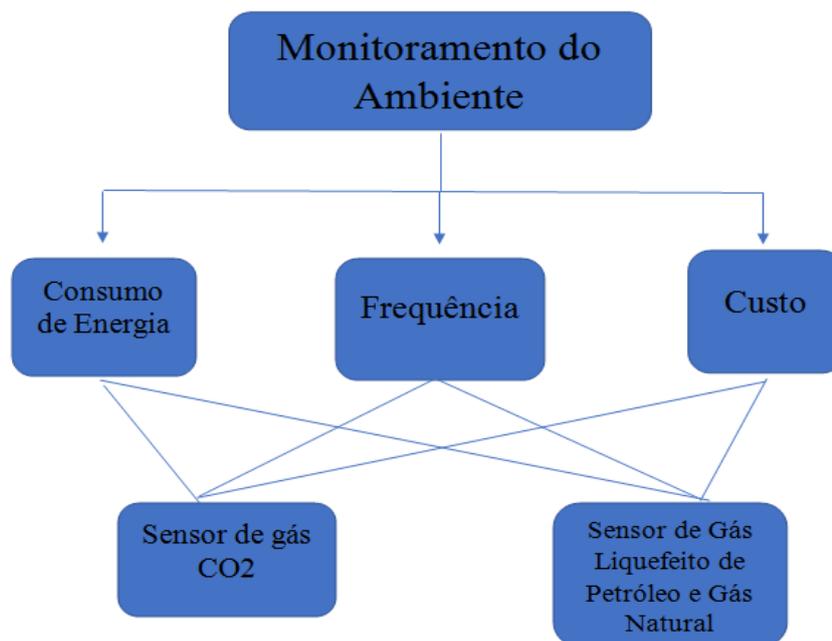


Figura 3. Árvore de Decisão para os Elementos de Monitoramento do Ambiente

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o objetivo **saúde animal** as entrevistas foram feitas com três veterinários, um bombeiro e um agente da defesa civil. Os resultados obtidos em cada entrevista foram computados e depois, sua média geométrica foi calculada, obtendo-se assim, o resultado final das entrevistas.

A figura 4 mostra o gráfico do resultado combinado final, obtido através da média geométrica, para o caso da saúde animal.

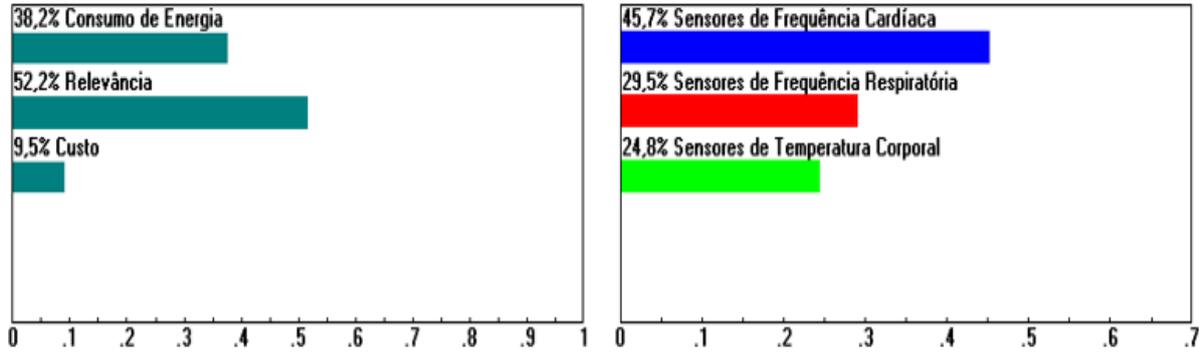


Figura 4. Resultado combinado das entrevistas para o monitoramento da saúde animal

Analisando-se a figura 4, do objetivo Saúde Animal, percebe-se que a **Relevância** foi o critério de maior importância na opinião dos entrevistados, representando **52,2%** do total. Como foi explicado na tabela 2, esse critério refere-se aos sinais biológicos mais relevantes para monitoramento, considerando o tipo de trabalho e o ambiente ao qual o cão será exposto.

Em contrapartida, o critério **custo** do sensor tem representatividade menor em relação aos demais, representando **9,5%** de importância. Como o objetivo do estudo concentra-se no salvamento de vidas, é natural que custo se torne o critério de escolha menos relevante, quando comparado aos outros critérios.

Com relação às alternativas analisadas, o sensor de **Frequência Cardíaca** foi o escolhido como o mais relevante para uso no colete associado ao cão de SAR, obtendo **45,7%** de importância, dentre as demais alternativas.

Conforme análise dos veterinários, com relação aos sinais biológicos, o monitoramento da frequência cardíaca é a alternativa que mais impacta a proteção do animal, quanto à fadiga que pode levá-lo a morte.

Com relação ao objetivo **monitoramento do Ambiente**, as entrevistas foram feitas com um bombeiro e um agente da defesa civil. Os resultados obtidos em cada entrevista foram computados e, calculou-se a média geométrica entre eles, obtendo-se assim, o resultado final.

A figura 5 mostra o gráfico do resultado combinado final, para o caso do meio ambiente.

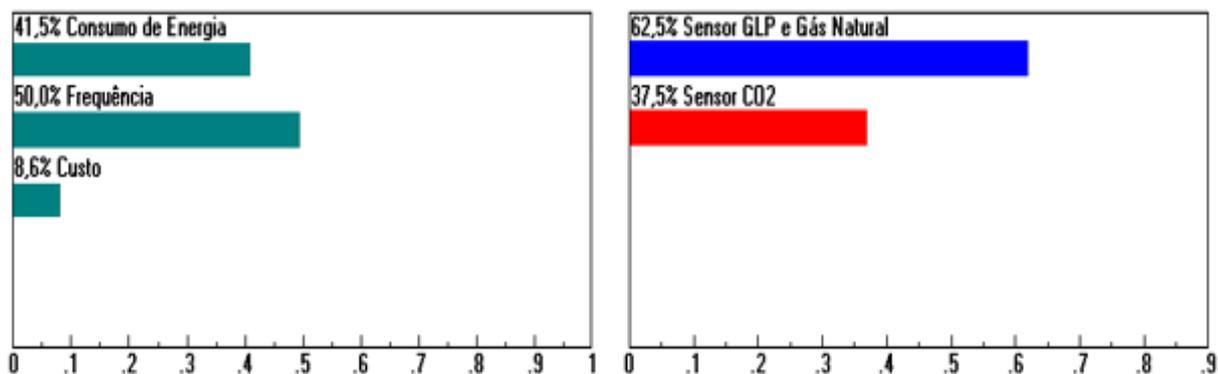


Figura 5. Resultado combinado das entrevistas para o monitoramento do Ambiente

Analisando-se a figura 5 percebe-se que, para o caso do monitoramento do ambiente, o critério **Frequência** foi considerado o de maior importância para os entrevistados, representando **50%** do

total. Como foi explicado na tabela 4, esse critério refere-se ao gás mais encontrado nos ambientes de desastres.

O critério **custo** mais uma vez apresentou a menor importância dentre os demais critérios, representando **8,6%**, pelos mesmos motivos apresentados no objetivo saúde do animal.

Com relação às alternativas analisadas, o sensor de **Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e Gás Natural**, foi escolhido como o mais importante para uso no colete associado ao cão de SAR, atingindo **62,5%** entre as demais alternativas analisadas.

8. CONCLUSÃO

Os desastres têm aumentado em quantidade e intensidade, ocasionando consequências graves às comunidades atingidas, trazendo perdas e danos humanos, materiais, econômicos e ambientais. Nas operações de busca e resgate, tempo é o fator mais importante, já que cada segundo impactará nas chances que se tem de encontrar e resgatar sobreviventes.

O uso de cães de SAR tornou-se fundamental nas operações de busca por vítimas de desastres, pois eles possuem habilidades para adentrar áreas de difícil acesso para os condutores, como escombros e destroços de estruturas colapsadas. Ademais, possuem agilidade e olfato superior ao dos humanos, tornando o trabalho da equipe mais ágil e, contribuindo para um salvamento mais preciso.

Para o aperfeiçoamento das atividades de busca e resgate, o colete eletronicamente equipado mostrou-se eficiente para uso associado aos cães, já que está munido de tecnologias que auxiliam suas atividades durante operações de salvamento de vítimas.

O uso do colete tem a finalidade de preservar a saúde do animal, controlando os sinais biológicos do cão, detectando gases presentes no ambiente do desastre e, monitorando o ambiente em que o cão trabalha, além de permitir o envio de comandos aos cães, pelos condutores.

Cabe ressaltar ainda que, a inclusão de outros itens como GPS's, possibilitam que o cão trabalhe de forma autônoma durante a operação, podendo exercer diversas atividades mesmo fora da visão do condutor, como adentrar áreas restritas e, desta forma, o condutor terá informações sobre a localização do seu cão, no momento de busca por desaparecidos.

Da mesma forma, a inclusão de câmeras de vídeo pode trazer uma melhor visibilidade da área em que o cão está trabalhando, assim, o condutor terá informações sobre o local de pesquisa, garantindo que o cão esteja trabalhando de forma correta e segura.

Das aplicações até hoje vislumbradas para os elementos da IoT, as que associam essas tecnologias com as habilidades caninas são das mais relevantes para os trabalhos humanitários, pois aprimoram as operações de busca e salvamento, resultando em um número maior de vidas humanas preservadas.

9. REFERÊNCIAS

- AL-LIBAWY, H.; AL-ATABY, A.; AL-NUAIMY, W.; AL-TAEE, M. A. HRV-based Operator Fatigue Analysis and Classification using Wearable Sensors. In: **2016 13th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD)**. IEEE, 2016. p. 268-273.
- BERTAZZO, T. R.; DE BRITO, I.; LEIRAS, A. e YOSHIZAKI, H. T. Y. Revisão da Literatura Acadêmica Brasileira sobre Gestão de Operações em Desastres Naturais com Ênfase em Logística Humanitária. **Transportes**, 2013. v. 21, n. 3, p. 31-39.

BOZKURT, A; ROBERTS, D; SHERMAN, B; BRUGAROLAS, R; MEALIN, S; MAJIKES, J. e LOFTIN, R. Towards Cyber-enhanced Working Dogs for Search and Rescue. **IEEE Intelligent System**, 2014. n. 1, p. 1-1.

BRUGAROLAS, R.; DIEFFENDERFER, J.; WALKER, K.; WAGNER, A.; SHERMAN, B.; ROBERTS, D.; BOZKURT, A. Wearable Wireless Biophotonic and Biopotential Sensors for Canine Health Monitoring. In: **SENSORS, 2014 IEEE**, 2014, p. 2203-2206.

CHEUNG, Y. Y.; CHOY, K. L.; LAU, C.W, LEUNG, Y. K. The Impact of RFID Technology on the Formulation of Logistics Strategy. In: **2008 Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET)**, 2008. p. 1673–1680.

DILLEY, M.; CHEN, R. S.; DEICHMANN, U.; LERNER-LAM, A. L. e ARNOLD, M. *Natural disaster hotspots: a global risk analysis*. The World Bank, 2005.

FAVRETTO, J.; NOTTAR, L. A. Utilização da Metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na Definição de um Software Acadêmico Para uma Instituição de Ensino Superior do Oeste Catarinense. **Sistemas e Gestão - Revista Eletrônica**, 2016. v. 11, n. 2.

FERWORN, A.; SADEGHIAN, A.; BARNUM, K; RAHANAMA, H; PHAM, H. e ERICKSON, C. Urban Search and Rescue with Canine Augmentation Technology. In: **System of Systems Engineering, 2006 IEEE/SMC International Conference on. IEEE**, 2006. p. 5 pp.

FREITAS, C.; OLIVEIRA, M. Desastres Naturais e Saúde: Uma Análise da Situação do Brasil, (2014). Disponível em:
<https://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S141381232014000903645>. Acesso em: 26/08/2018.

FREITAS, E. Deslizamentos de Encostas (2018). Disponível em:
<<http://www.brasilecola.com/geografia/deslizamentos-encostas.htm>>. Acesso em: 15/04/2019.

JAYASWAL, A. e SHARMA, A. A study on Internet of Things. **International Journal**, 2016. v.3, p.439-445.

KAWASAKI, B. C.; BRITO JR, L.; LEIRAS, A. e YOSHIZAKI, H.T.Y. Logística de resposta a desastres: o caso das chuvas no Vale do Paraíba Paulista em janeiro de 2010. In: **Anais do XXXII Congresso Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2012.

LE, M. D. Understanding the Impact of Internet of Things on Logistics Service Supply Chain Architecture. **Imperial Journal of Interdisciplinary Research**, 2017. v. 3, n. 6.

MAJIKES, J. J., MEALIN, S., WALKER, K, YUSCHAK, S. SHERMAN, B., BOZKURT, A. e ROBERTS, D.L. Smart Connected Canines: IoT Design Considerations for the Lab, Home, and Mission-Critical Environments. In: **Sarnoff Symposium, 2016 IEEE 37th. IEEE**, 2016. p. 118-123.
NATARAJARATHINAM, M.; CAPAR, I. e NARAYANAN, A. Managing Supply Chains in Times of Crisis: A Review of Literature and Insights. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2009. v. 39, n. 7, p. 535-573.

PENSAMENTO VERDE. Os Principais Desastres por Deslizamento de Terra no Brasil, (2014). Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/os-principais-desastres-por-deslizamento-de-terra-brasil>>. Acesso em: 17/07/2018.

RIBEIRO, C.; MAVADDAT, F. e FERWORN, A. Adaptive Engineering of an Embedded System, Engineered for use by Search and Rescue Canines. **Journal of Systemics**, 2011. v. 9, n. 3, p. 41-49.

SAATY, T. L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process. (2008). Disponível em: <<http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>>. Acesso em: 20/03/2019.

SINHA, A.; KUMAR, P.; RANA, N.; ISLAM, R. e DWIVEDI, Y.K. Impact of Internet of Things (IoT) in Disaster Management: a Task-Technology fit perspective. **Annals of Operations Research**, 2017. p. 1-36.

SUN, C. Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things. **Science Direct: AASRI Procedia**, 2012. v. 1, p. 106-111.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J. e AMARAL, R. Rosangela. *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2009.

XU, R.; YANG, L. e YANG, S. Architecture Design of Internet of Things in Logistics Management for Emergency Response. In: **Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCom), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing. IEEE**, 2013. p. 395-402.

ZEAGLER, C.; BYRNE, C.; VALENTIN, G.; FREIL, L.; KIDDER E.; CROUCH, J.; STARNER, T. e JACKSON, M. M. Search and Rescue: Dog and Handler Collaboration Through Wearable and Mobile Interfaces. **Proceedings of the Third International Conference on Animal-Computer Interaction, ACM**, 2016. p. 1-9.