

# Classification of the probability of exposure to hazardous scenarios according to ISO26262: A model based on connected vehicle data

**Rafael Santos de Oliveira**  
**Maísa Lauriane Ferreira dos Santos**  
**Manoel Felipe Costa Almeida Fernandes**  
**Thomaz Henrique Previato**

Ford Motor Company Brasil Ltda.

## ABSTRACT

Nowadays, with the growth of embedded electronics in automotive vehicles comes the increase in the complexity of automotive applications, taking control of vehicle functionalities autonomously. These functionalities need to maintain their performance even in case of failure or ensure the transition of the system to a safe state according to ISO 26262.

ISO 26262 provides guidelines that cover the development and entire lifecycle of the vehicle and is based on an initial assessment that determines the risks associated with unwanted behavior of the system in case of failure. This risk assessment is based on scenarios for further classification based on the severity of the risk event, the user's controllability in avoiding damage in case of failure and the likelihood of exposure to these scenarios.

The work proposes a methodology for determining the probability of Exposure to risk scenarios in an objective and alternative way to traditional methods of subjective analysis, which consists of models that use signals from sensors and actuators of connected vehicles to meet the standard that must be based on a representative sample of situations for the target markets for which the vehicle will be developed.

## INTRODUCTION

ISO 26262 emerged as a derivation of some standards such as IEC 61508 being adapted to the specific needs of E/E systems when installed in road vehicles [5]. This adaptation takes into account vehicle driving scenarios and conditions related to control and handling of the system in the event of failures.

One of the main phases of the development cycle according to the standard (ISO 26262) is the conceptual phase, in which the definition of the Automotive Safety Integrity Level (ASIL) required for the system begins through the Hazard Analysis and Risk Assessment (HARA) which aims to identify and classify risks associated with failures and the

elaboration of safety goals (Safety Goals) that aim to prevent or mitigate risks to reach the acceptable residual risk level determined by the equivalent ASIL [4].

HARA is performed in three stages consisting of:

1. Situational analysis and risk identification that aims to identify driving situations or vehicle operating modes in which the system may fail, these could either situations where the system is designed to or foreseeable misuse use cases. For each situation, the risk associated with the event is evaluated. Example: "Failure of the stability control system when the vehicle is driven on a curve at medium speed can generate degradation in vehicle stability" standard [4].

2. Risk classification is carried out in accordance with the standard (ISO 26262-3 2018, section 6.4.3) by categorization of:

a) Severity that the estimated damage as a result of system failure can cause by a defined rationale for each failure event. (ISO 26262-3 2018, section 6.4.3.2)

b) Controllability is defined by the ability of the driver or people involved in the event to maintain sufficient control of the failure to avoid the harm or damage (ISO 26262-3 2018, section 6.4.3.8);

c) And Exposure, the focus of the development of this work, which defines the exposure probability class of each risk event is evaluated by a rationale for each of the risk events and classified from E0 to E1 (Table 1).

Class E0 defines events that, by their nature, are considered improbable and defined as causes of force majeure or fortuitous events of very low probability. Classes from E1 to E4 differ by order of magnitude.

Table 1: Classes of probability of exposure

Class	Description	Duration	Frequency
E0	Incredible	-	-

E1	Very low probability	< 0,1%	< 1 p.a.
E2	Low probability	< 1%	Few p.a
E3	Medium probability	1% - 10%	1/month
E4	High probability	< 10%	Almost always

The criteria for determining the probability classes take into account the duration of the operational situation compared to the total driving time or the frequency of its occurrence in a given time. Exposure should be based on a representative sample of situations for the target markets for which the vehicle will be developed. (ISO 26262-3 2018, section 6.4.3.5)

3. The classification of security goals for the system is defined from the combination of Severity, Exposure and Controllability classes (Table 2).

Table 2: ASIL Classification

		C1	C2	C3
S1	E0	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	E0	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	E0	QM	QM	QM
	E1	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	D

The ASIL level determines, among other metrics, the hardware metrics target for the components in the system and include coverage of single-point failures in the systems and their subcomponents, targets for latent failures and the probability of random failures for the components (Table 3).

Tabela 3: Requisitos de hardware por nível ASIL

ASIL	Failure Rate	SPFM	LFM
A	<1000 FIT	not relevant	not relevant
B	<100 FIT	$\geq 90\%$	$\geq 60\%$
C	<100 FIT	$\geq 97\%$	$\geq 80\%$
D	<10 FIT	$\geq 99\%$	$\geq 90\%$

The ASIL classification will establish the development steps and minimum requirements for the system and its components in the later stages of the functional safety

lifecycle, these measures will be adopted to reduce the residual risk to acceptable values.

A wrong determination of the ASIL can result in a system where the residual risk is high in case of system failure, thus not meeting the established metrics for an acceptable risk reduction or that the system is oversized. And other consequences related to unnecessary costs and a longer development time, since requirements generated in this phase will demand verification and validation tests following the development model in V [6].

Current methodologies for carrying out exposure analysis in HARA are currently predominantly based on engineers' judgments by brainstorming methodology and supported by auxiliary tools such as system FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), but this method has limitations that goes through the experience of the engineers involved and also the experience of engineers in the target markets of application development [1], and its results are subjective and repeatability becomes a constant concern [7].

Recent studies about connected vehicles has shown the ability of these data to improve efficiency and objectivity in identifying safety scenarios and vehicle driving behavior when compared to traditional methods [3,8,9]. The present research project proposes the adoption of an objective methodology based on the analysis of data from connected vehicles that will be combined to evaluate specific driving scenarios to be evaluated in automotive application use cases.

## METHODOLOGY

The proposed methodology is basically divided into 4 steps, which are detailed below:

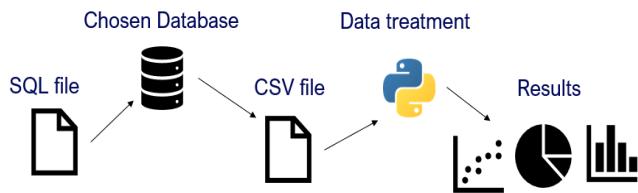
1. The first stage consisted of defining application scenarios in classic vehicular application systems. In this work, two scenarios were studied.

2. Second stage, data collected from sensors, actuators, CAN network signals from connected vehicles were obtained. This step involved data acquisition using SQL for database research.

3. The third stage was destined to the processing and treatment of the obtained data. The Python language and its libraries such as Pandas, Numpy, among others, were used for data manipulation and model generation. Graphical analysis libraries such as Matplotlib were used for exploratory data analysis and presentation of results. Figure 1 illustrates steps 2 and 3.

4. The fourth step consisted of validating the efficiency of the proposed model. This stage validated the efficiency of

the model proposed in the third stage of this project compared to the traditional methods and approaches used.



**Figure 1:** Metodology detailed steps

### SCENARIO 01: Battery exposure to critical levels.

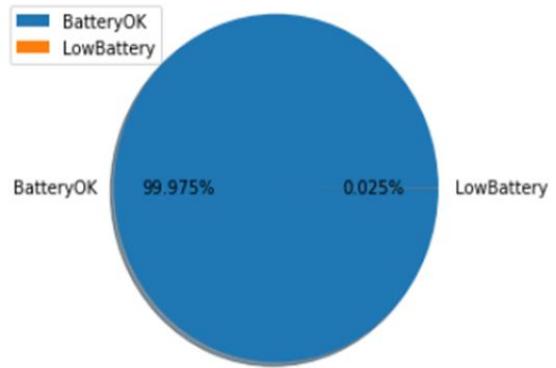
An electrified vehicle of a specific model was selected for analysis. The scenario under analysis is the probability of exposure to a driving situation where the battery level is considered critically low. The data obtained were from the indication of the battery level presented in the vehicle's cluster and the period of time that the vehicle was in use. Values less than or equal to 2% battery were defined as a critical level. 900,000 data were collected over a period of analysis equivalent to 4 months with a total of 17,870 unique vehicles analyzed. The analysis was based on the duration of exposure of the vehicle to conditions defined as critical.

### SCENARIO 02: Exposure of vehicles with low tire pressure at high speed.

A combustion vehicle of a specific model was selected for analysis. The scenario under analysis is the risk event of the TPMS (Tire-pressure monitoring system) in which there is a malfunction at high speed. The data obtained were vehicle status, nominal tire pressure value and vehicle speed presented in the cluster. Values less than or equal to 75% of the nominal tire pressure recommended in the vehicle manual were defined as a critical level and speed greater than or equal to 52 mph. 578,289 data were collected, over a period of analysis equivalent to 9 months, with a total of 678 unique vehicles analyzed. The analysis was based on the frequency of vehicle exposure to conditions defined as critical.

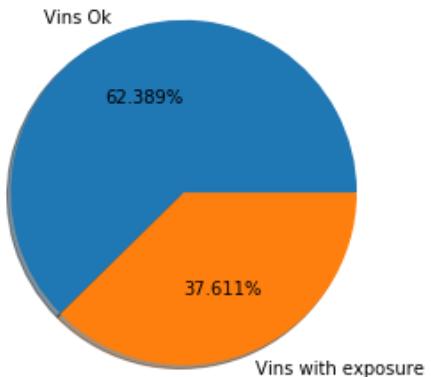
## RESULTS

SCENARIO 01: As a result of data processing, the graphs below, illustrated in Figure 2, show the percentage of time users are exposed to the battery's critical state of charge while vehicle is in use. According to Table 1, this scenario falls under category **E1**. Using traditional methodologies, this scenario received an **E2** rating from engineers. Figure 2: Percentage of exposure for Scenario 01.



SCENARIO 02: As a result of data processing, the graph below illustrated in Figure 3, shows the percentage of frequency exposure of users with high speed and critical state of tire pressure. The result obtained was 2.81 trips per year per single vehicle. According to Table 1, this scenario falls into category **E2**. Using traditional methodologies, this scenario received an **E2** rating from some engineers, corroborating the analysis.

**Figure 3:** Percentage of exposure for Scenario 02.



## CONCLUSION

Connected vehicles provide a broad and diverse source of data, allowing comprehensive sampling of information on hazards and risks associated with a given vehicle feature. With data from various sources, it is possible to obtain a more complete and accurate view of the risk scenarios under analysis, which can be selected according to the need of the study. The use of data from connected vehicles can help Functional Safety to improve the HARA Exposure assessment using real field data to support the engineers decision, especially in different geographic locations and specific traffic conditions.

The continuous study of data from connected vehicles can even help identify changes in user behavior over time. For future works, the study foresees the expansion of the application to scenarios, with a greater number of variables used in the inference of operational situations. However, it is worth highlighting the importance of following the guidelines and regulations applicable to the protection of

personal data and user privacy. Furthermore, the use of these data requires careful analysis to ensure that they are representative and relevant.

## REFERENCES

[1] BECKERS, K. et al. A structured hazard analysis and risk assessment method for automotive systems—A descriptive study. *Reliability Engineering & System Safety*, [s. l.], v. 158, p. 185–195, 2017.

[2] BUCAIONI, A.; BECKER, M. Enabling automated integration of architectural languages: An experience report from the automotive domain. *Journal of Systems and Software*, [s. l.], v. 184, p. 111106, 2022.

[3] DOECKE, S.; GRANT, A.; ANDERSON, R. W. G. The Real-World Safety Potential of Connected Vehicle Technology. *Traffic Injury Prevention*, [s. l.], v. 16, n. sup1, p. S31–S35, 2015.

[4] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Road vehicles—functional safety, ISO 26262; 2011.

[5] International Organization for Standardization (ISO) and International Electrotechnical Commission (IEC). Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-relevant systems. IEC 61508; 2000.

[6] MAKARTETSKIY, D. et al. (User-friendly) formal requirements verification in the context of ISO26262. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 494–506, 2020.

[7] SINI, J.; VIOLANTE, M. A simulation-based methodology for aiding advanced driver assistance systems hazard analysis and risk assessment. *Microelectronics Reliability*, [s. l.], v. 109, p. 113661, 2020.

[8] TAN, X.; ZHANG, Y.; WANG, J. Assessing the potential impacts of connected vehicle systems on Driver's situation awareness and driving performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, [s. l.], v. 84, p. 177–193, 2022.

[9] ZHOU, X. et al. Driver's attitudes and preferences toward connected vehicle information system. *International Journal of Industrial Ergonomics*, [s. l.], v. 91, p. 103348, 2022

# Classificação de Exposição a Cenários de Risco de Acordo com a ISO 26262: Proposta Baseadas em Dados de Veículos Conectados

**Rafael Santos de Oliveira**  
**Maísa Lauriane Ferreira dos Santos**  
**Manoel Felipe Costa Almeida Fernandes**  
**Thomaz Henrique Previato**

Ford Motor Company Brasil Ltda.

## RESUMO

Atualmente com o crescimento da eletrônica embarcada nos veículos automotivos ocorre o crescimento da complexidade das aplicações automotivas, assumindo o controle de algumas funcionalidades de maneira autônoma. Estas funcionalidades precisam manter o seu desempenho mesmo em caso de falha ou garantir a transição do sistema para um estado seguro segundo a ISO 26262.

A ISO 26262 fornece diretrizes que contemplam o desenvolvimento e todo o ciclo de vida do veículo e baseia-se em uma avaliação inicial que determina os riscos associados aos comportamentos indesejados do sistema em caso de falha. Esta avaliação de risco baseada em cenários para posterior classificação a partir da Severidade do evento de risco, na Controlabilidade do usuário em evitar o dano em caso de falha e na probabilidade de Exposição a estes cenários.

O trabalho propõe uma metodologia de determinação da probabilidade de Exposição aos cenários de riscos de maneira objetiva e alternativa aos métodos tradicionais de análise subjetiva, que consiste em modelos que usa sinais dos sensores e atuadores de veículos conectados para o atendimento da norma que deve ser baseada em uma amostra representativa das situações para os mercados alvos para qual o veículo será desenvolvido.

## INTRODUÇÃO

A ISO 26262 surgiu como uma derivação de algumas normas como a IEC 61508 sendo adaptada às necessidades específicas dos sistemas E/E quando instalados em veículos rodoviários [5]. Esta adaptação leva em conta os cenários de condução veicular e condições relacionadas a controle e manuseio dos sistemas na ocorrência de falhas.

Uma das principais fases do ciclo de desenvolvimento segundo a norma (ISO 26262) é a fase de conceitual, nesta inicia-se a definição do nível de segurança funcional requerido para o sistema através do HARA (Hazard Analysis and Risk Assessment) que tem como objetivo identificar e classificar riscos associados às falhas e a

elaboração de metas de segurança (traduzido do inglês: Safety Goals) que tem por objetivo prevenir ou mitigar os riscos para atingir o nível de risco residual aceitável determinado pelo nível ASIL (Automotive Safety Integrity Level) [4]. O HARA é realizado em três estágios que consistem em:

1. Analise situacional e identificação dos riscos que tem como objetivo identificar identificar as situações de condução ou modos de operação do veículo em que o sistema pode falhar, sendo esses em situações onde o sistema está sendo usado conforme projetado ou em casos de mau uso previsíveis. Para cada uma das situações avalia-se o risco associado ao evento. Exemplo: “Falha do sistema de controle de estabilidade quando o veículo é conduzido em uma curva em média velocidade pode gerar degradação na estabilidade do veículo” norma [4].
2. A classificação dos riscos é realizada de acordo com a norma (ISO 26262-3 2018, seção 6.4.3) pela categorização da:
  - a) Severidade que o dano estimado em consequência da falha do sistema pode causar por um racional definido para cada evento de falha. (ISO 26262-3 2018, seção 6.4.3.2)
  - b) Controlabilidade é definida pela habilidade do motorista ou pessoas envolvidas no evento em manter suficiente controle da falha evitando o dano ou ferimentos (ISO 26262-3 2018, seção 6.4.3.8);
  - c) E a Exposição, foco do desenvolvimento do presente trabalho, que define a classe de probabilidade de exposição de cada evento de risco é avaliada por um racional para cada um dos eventos de risco e classificadas de E0 a E1 (Tabela 1).

A classe E0 define eventos que por sua natureza são considerados improváveis e definidos como causas de força maior ou eventos fortuitos de muito baixa probabilidade. As classes E1 a E4 diferem-se por ordem de magnitude.

Tabela 1: Classes de probabilidade de exposição

Class	Description	Duration	Frequency
E0	Incredible	-	-
E1	Very low probability	< 0,1%	< 1 p.a.
E2	Low probability	< 1%	Few p.a
E3	Medium probability	1% - 10%	1/month
E4	High probability	< 10%	Almost always

Os critérios para determinação das classes de probabilidade levam em conta o tempo de duração da situação operacional comparada com o tempo total de direção ou a frequência de sua ocorrência em um dado tempo. A Exposição deve ser baseada em uma amostra representativa das situações para os mercados alvos para qual o veículo será desenvolvido. (ISO 26262-3 2018, seção 6.4.3.5)

3. A classificação das metas de segurança para o sistema são definidas a partir da combinação das classes de Severidade, Exposição e Controlabilidade (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação ASIL

	C1	C2	C3
S1	E0	QM	QM
	E1	QM	QM
	E2	QM	QM
	E3	QM	A
	E4	QM	B
S2	E0	QM	QM
	E1	QM	QM
	E2	QM	A
	E3	QM	B
	E4	A	C
S3	E0	QM	QM
	E1	QM	A
	E2	QM	B
	E3	A	C
	E4	B	D

O nível ASIL determina entre outras métricas as metas para hardware que compõe o sistema e abrangem a cobertura à falhas de ponto único nos sistemas e seus subcomponentes, metas para falhas latentes e probabilidade para falhas aleatórias para os componentes (Tabela 3).

Tabela 3: Requisitos de hardware por nível ASIL

ASIL	Failure Rate	SPFM	LFM
A	<1000 FIT	not relevant	not relevant
B	<100 FIT	≥90%	≥60%
C	<100 FIT	≥97%	≥80%
D	<10 FIT	≥99%	≥90%

Esta classificação do nível ASIL estabelecerá os passos de desenvolvimento e o requisitos mínimos para o sistema e seus componentes nas etapas posteriores do ciclo de segurança funcional, estas medidas serão adotadas para a redução do risco residual a valores aceitáveis.

Uma determinação equivocada do ASIL pode acarretar em um sistema onde o risco residual seja elevado em caso de falha do sistema, não atendendo assim as métricas estabelecidas ou que o sistema esteja superdimensionado. E outras consequências em custos desnecessários e um maior tempo de desenvolvimento quando superestimado, uma vez que requisitos gerados nesta fase demandarão testes de verificação e validação seguindo o modelo de desenvolvimento em V [6].

As metodologias atuais para a realização da análise de exposição no HARA atualmente são baseadas predominantemente através de julgamentos de engenheiros por metodologia de brainstorming e suportadas por ferramentas auxiliares como por exemplo FMEA de sistema (Failure Mode and Effects Analysis), porém este método encontra limitações que passa pela experiência do engenheiros envolvidos e também a experiência dos engenheiros nos mercados alvos do desenvolvimento da aplicação [1], e seus resultados são subjetivos e a repetibilidade se torna uma preocupação constante [7].

Estudos recentes sobre o tema de veículos conectados mostram a capacidade destes dados para melhorar a eficiência e objetividade na identificação de cenários de segurança e de comportamento de condução veicular quando se comparado a métodos tradicionais [3,8,9]. O presente projeto de pesquisa propõe a adoção de uma metodologia objetiva baseada na análise de dados de veículos conectados que serão combinados para avaliação de cenários de conduções específicas a serem avaliados em casos de usos de aplicação automotiva.

## METODOLOGIA

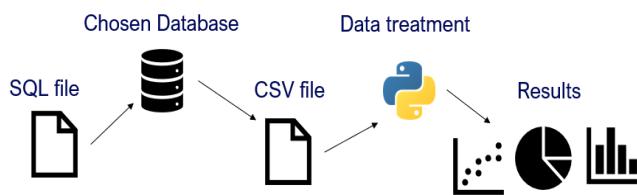
A metodologia proposta divide-se basicamente em 4 etapas sendo elas detalhadas a seguir:

1. A primeira etapa consistiu na definição dos cenários de aplicações em sistemas clássicos da aplicação veicular. Neste trabalho foram dois cenários em estudo.

2. Segunda etapa, foram obtidos dados coletados de sensores, atuadores, sinais da rede CAN de veículos conectados. Esta etapa foi realizada aquisição dos dados utilizando o SQL para pesquisa em bancos de dados.

3. A terceira etapa, foi destinada ao processamento e tratamento dos dados obtidos. A linguagem Python e suas bibliotecas como Pandas, Numpy entre outras, foram utilizadas para a manipulação dos dados e geração dos modelos. As bibliotecas de análises gráficas como Matplotlib foram utilizadas para a análise exploratória dos dados e apresentação dos resultados. A Figura 1 ilustra as etapas 2 e 3.

4. A quarta etapa, consistiu em validar a eficiência do modelo proposto. Esta etapa validou a eficiência do modelo proposto na terceira etapa deste projeto em comparação aos métodos e abordagens tradicionais utilizadas.



**Figura 1:** Detalhamento das etapas 2 e 3.

#### CENÁRIO 01: Exposição da bateria a níveis críticos.

Um veículo eletrificado de um modelo específico foi selecionado para análise. O cenário em análise é de um evento onde o veículo é conduzido com estado de carga da bateria em um nível crítico. Os dados obtidos foram da indicação do nível da bateria apresentado no cluster do veículo e o período de tempo que o veículo esteve em uso. Valores menores ou iguais a 2% de bateria foram definidos como nível críticos. Foram coletados 900,000 dados, num período de análise equivalente a 4 meses com total de 17,870 veículos únicos analisados. A análise foi baseada na duração da exposição do veículo as condições definidas como críticas.

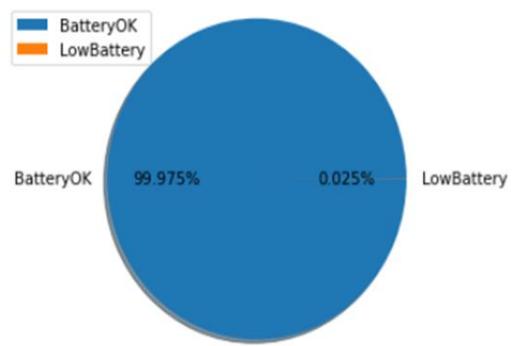
#### CENÁRIO 02: Exposição dos veículos com baixa pressão nos pneus a alta velocidade.

Um veículo a combustão de um modelo específico foi selecionado para análise. O cenário em análise é o evento de baixa pressão dos pneus enquanto o veículo é dirigido em alta velocidade. Os dados obtidos foram, pressão dos

pneus, valor de pressão nominal e a velocidade do veículo apresentado no cluster. Foram definidos, valores menores ou iguais a 75% da pressão nominal dos pneus recomendada no manual do veículo como nível crítico e velocidade maior ou igual a 52 mph. Foram coletados 578,289 dados, num período de análise equivalente a 9 meses, com total de 678 veículos únicos analisados. A análise foi baseada na frequência da exposição do veículo às condições definidas como críticas.

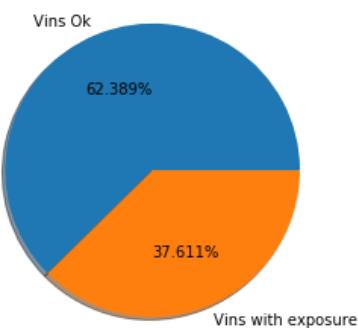
## RESULTADO

**CENÁRIO 01:** Como resultado do tratamento dos dados, o gráfico abaixo ilustrado na Figura 2, exibe o percentual de tempo de exposição dos usuários ao estado de carga crítica da bateria. De acordo com a Tabela 1, este cenário se enquadra na categoria **E1**. Utilizando as metodologias tradicionais, de alguns engenheiros este cenário recebeu classificação **E2**.



**Figura 2:** Percentual de exposição para Cenário 01.

**CENÁRIO 02:** Como resultado do tratamento dos dados, o gráfico abaixo ilustrado na Figura 3, exibe o percentual de frequência de exposição dos usuários com alta velocidade e estado crítico de pressão de pneu. O resultado obtido foi de 2,81 viagens ao ano por veículo único. De acordo com a Tabela 1, este cenário se enquadra na categoria **E2**. Utilizando as metodologias tradicionais, de alguns engenheiros este cenário recebeu classificação **E2**, corroborando com a análise.



**Figura 3:** Percentual de exposição para Cenário 02.

## CONCLUSÃO

Os veículos conectados fornecem uma fonte de dados ampla e diversificada, permitindo uma amostragem abrangente de informações dos perigos e riscos associados a um determinada funcionalidade. Com dados provenientes de várias fontes, é possível obter uma visão mais completa e precisa dos cenários de risco em análise, que podem ser selecionadas de acordo com a necessidade do estudo. O uso de dados dos veículos conectados pode auxiliar a Segurança Funcional a melhorar a avaliação de Exposição do HARA usando dados de campo reais para fundamentar a decisão dos engenheiros, especialmente em diferentes localizações geográficas e condições de tráfego específicas.

O estudo contínuo dos dados de veículos conectados, inclusive pode ajudar a identificar mudanças nos comportamentos dos usuários ao longo do tempo. Para trabalhos futuros o estudo preve a expansão da aplicação para cenários, com maior número de variáveis usadas na inferência das situações operacionais. Entretanto, vale destacar a importância de seguir as diretrizes e regulamentações aplicáveis à proteção de dados pessoais e à privacidade dos usuários. Além disso, o uso desses dados requer uma análise cuidadosa para garantir que sejam representativos e relevantes.

## REFERÊNCIA

- [1] BECKERS, K. et al. A structured hazard analysis and risk assessment method for automotive systems—A descriptive study. *Reliability Engineering & System Safety*, [s. l.], v. 158, p. 185–195, 2017.
- [2] BUCAGONI, A.; BECKER, M. Enabling automated integration of architectural languages: An experience report

from the automotive domain. *Journal of Systems and Software*, [s. l.], v. 184, p. 111106, 2022.

- [3] DOECKE, S.; GRANT, A.; ANDERSON, R. W. G. The Real-World Safety Potential of Connected Vehicle Technology. *Traffic Injury Prevention*, [s. l.], v. 16, n. sup1, p. S31–S35, 2015.
- [4] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *Road vehicles—functional safety*, ISO 26262; 2011.
- [5] International Organization for Standardization (ISO) and International Electrotechnical Commission (IEC). *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-relevant systems*. IEC 61508; 2000.
- [6] MAKARTETSKIY, D. et al. (User-friendly) formal requirements verification in the context of ISO26262. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 494–506, 2020.
- [7] SINI, J.; VIOLANTE, M. A simulation-based methodology for aiding advanced driver assistance systems hazard analysis and risk assessment. *Microelectronics Reliability*, [s. l.], v. 109, p. 113661, 2020.
- [8] TAN, X.; ZHANG, Y.; WANG, J. Assessing the potential impacts of connected vehicle systems on Driver's situation awareness and driving performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, [s. l.], v. 84, p. 177–193, 2022.
- [9] ZHOU, X. et al. Driver's attitudes and preferences toward connected vehicle information system. *International Journal of Industrial Ergonomics*, [s. l.], v. 91, p. 103348, 2022.