

Municipal Sustainable Development Goals Monitoring

João Moita^{*1}, André Silva², Pedro Briga³, Inaliu Baldé⁴, Filipe Sousa⁵, Joaquim Ferreira⁶, Sergio Teixeira⁷

Escola Superior de Ciência e Tecnologia, Instituto Superior Politécnico Gaya, ISPGAYA
Av. Dos Descobrimentos, 333, 4400-103 V.N.Gaia, Portugal

ispg2020100752@ispgaya.pt^{*1}; ispg3931@ispgaya.pt²; ispg2020102431@ispgaya.pt³; ispg4238@ispgaya.pt⁴; ispg2020102538@ispgaya.pt⁵; ei051804@ispgaya.pt⁶; ispg2020102403@ispgaya.pt⁷

Resumo

A unidade Curricular de Sistemas de Apoio à Decisão está a propor o desenvolvimento de um projeto para monitorizar as metas de desenvolvimento sustentável dos municípios. O objetivo é apoiar o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a nível local, através de uma aplicação que facilite a identificação de sinergias entre os projetos e os ODS onde atuam, de forma a que possam ser elaborados um conjunto de boas práticas e orientações a serem promovidos pelas entidades governamentais junto dos promotores dos projetos.

Abstract

The course unit Sistemas de Apoio à Decisão, it's proposing the development of a project for municipal sustainable development goals monitoring. The objective is to support locally the accomplishment of the Sustainable Development Goals (SDG), through an application that eases the identification of synergies between the projects and where SDG's act, in a way that it can be created a group of best practises and orientations to be promoted by the governmental entities together with projects promoters.

Keywords

Sistemas de Apoio a Desisão; Apriori

Introdução

O cumprimento da Agenda 2030 implica uma responsabilidade partilhada na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O governo local, em particular os municípios, está mais próximo dos cidadãos e, portanto, mais bem posicionado para responder às necessidades de cada região. A Agenda 2030 é um documento que define e atualiza um conjunto de diretrizes a serem seguidas para alcançar o desenvolvimento sustentável. Oferece uma sistematização de medidas concretas e incentivos para reduzir o impacto ambiental das nações e contribui para revitalizar o desenvolvimento em países, para eliminar a pobreza. A Agenda 2030 também

destaca uma proposta de ações a ser realizado por cidadãos individuais, incluindo os cinco P's do desenvolvimento sustentável: pessoas, planeta, prosperidade, parcerias e paz.

O estado da arte em relação aos sistemas de apoio à decisão inclui a utilização de técnicas como Algoritmos de Business Intelligence e Apriori.

Os requisitos funcionais do sistema incluem a capacidade de monitorizar o progresso das metas de desenvolvimento sustentável, fornecer informações sobre as ações tomadas e apoiar a tomada de decisões para melhorar a eficiência e efetividade dessas ações.

A arquitetura lógica e física do sistema será desenvolvida com o objetivo de suportar as funcionalidades descritas acima, incluindo o desenho e a implementação do Apriori para monitorar as metas ODS locais.

O projeto concluirá com a avaliação da eficiência e efetividade do sistema em monitorizar o progresso das metas de desenvolvimento sustentável, bem como a identificação de possíveis melhorias para torná-lo mais útil e eficaz na tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

Estado da Arte

Quando falamos de Sistemas de Apoio à Decisão, está implícita a ideia de tecnologia. De forma a poder tirar partido da mesma, Dantzig [i] (1952) começou a sua pesquisa matemática, que o levou a implementar a programação linear. Foi no início dos anos 60 que os investigadores começaram a estudar a utilização de modelos quantitativos computadorizados para o apoio à decisão. Posteriormente e já nos anos 70, foi criado o conceito de Sistemas de Apoio à Decisão e este resultou na publicação de 2 artigos, o primeiro dos quais escrito por J. D. Little [ii], intitulava-se Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus, que introduzia o modelo assente num conjunto de procedimentos com respostas predefinidas que apoiavam o gestor na tomada de decisão. Desde a década de 70, vários autores caracterizaram um SAD, segundo a sua interpretação. Sprague e Carlson [iii] (1982), definem SAD como sendo "sistemas computacionais interativos que auxiliam os tomadores de

decisão a utilizarem dados e modelos solucionados de problemas não-estruturados". Turban [iv] (1995), define SAD como "um interativo, flexível e adaptável sistema de informação, especialmente desenvolvido para apoiar a solução de um problema de gestão não estruturado para aperfeiçoar a tomada de decisão. Utiliza dados, disponibiliza uma interface amigável e permite ao tomador de decisão ter a sua própria percepção". Já Power [v] (1997), refere que "o termo sistema de apoio à decisão é muito desgastado devido à sua utilização para definir muitos tipos de sistemas que dão apoio à tomada de decisão". Não existindo um conceito totalmente consensual, Marakas [vi] (2002), sugere a divisão da componente de um SAD em cinco diferentes partes:

The data management system
(Sistema de Gestão de Dados)

É nesta componente do SAD que as várias atividades ligadas à recuperação, armazenamento e organização dos dados relevantes para um contexto de decisão particular são geridas.

The model management system
(Sistema de Gestão do Modelo)

Realiza as atividades de recuperação, armazenamento, organização ao nível dos modelos que suportam as capacidades analíticas do SAD. Entre estes componentes estão o modelo de base, o modelo base de gestão do sistema, e o modelo de repositório.

The knowledge engines
(O motor de conhecimentos)

Nesta componente são realizadas as atividades relacionadas com o reconhecimento do problema, e a geração de soluções interinas ou finais. O motor de conhecimento é o cérebro que reúne os modelos e os dados e devolve ao utilizador um cenário capaz de o auxiliar na tomada de decisão.

The user interface
(A interface do Utilizador)

É o veículo através do qual o utilizador tem acesso e poderá manipular todo o sistema.

The SAD user
(O utilizador do SAD)

Trata-se do elemento mais importante dos componentes de DSS, pois todo o sistema foi feito para estar sob controlo e utilização do utilizador. O processo de tomada de decisão desenrola-se, portanto, através da interação constante do utilizador com um ambiente de apoio à decisão, especialmente criado para apoiar as decisões a tomar.

Metodologia e Abordagem

Análise do Ambiente

Ao iniciar o desenvolvimento do projeto, foram realizados alguns estudos sobre os métodos que foram propostos utilizar. Para a programação da aplicação foi utilizada a linguagem C# com auxílio do IDE Visual Studio 2022. SQLServer foi a

escolha para criar a base de dados, em conjunto com a Language-Integrated Query. Por fim, foi utilizado o Windows Forms para o desenvolvimento do front-end da aplicação e o tipo de ficheiro XLSX para as importações de alunos e exportações de resultados.

Heurísticas

Apriori é um algoritmo de mineração de dados usado para descobrir padrões frequentes em bancos de dados transacionais. É um algoritmo popular para aprendizagem de regras de associação, que é usado para identificar relações entre itens em um conjunto de dados. O Apriori usa o princípio "A priori", que afirma que se um conjunto de itens é frequente, então todos os seus subconjuntos também devem ser frequentes. Este princípio é usado para reduzir o número de conjuntos de itens candidatos e tornar o algoritmo mais eficiente.

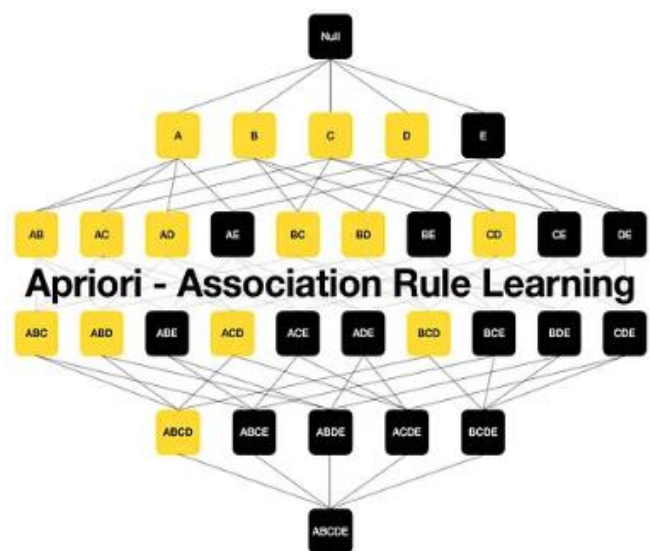


FIGURA 1 - APRIORI

Atores

O Administrador pode gerir utilizadores (outros administradores ou analistas). O Analista pode efetuar várias operações com os projetos: importar os dados e classificações dos projetos a partir de um CSV; listar projetos e aplicar filtros de pesquisa nessa mesma listagem. A partir da Listagem, o Analista pode editar as informações de Figura 1 - Casos de Uso da Aplicação 11 um projeto caso necessário, ou prosseguir para a execução do algoritmo APRIORI com os projetos selecionados. Após a execução do algoritmo, o Analista tem ainda a possibilidade de exportar os dados calculados em xlsx.

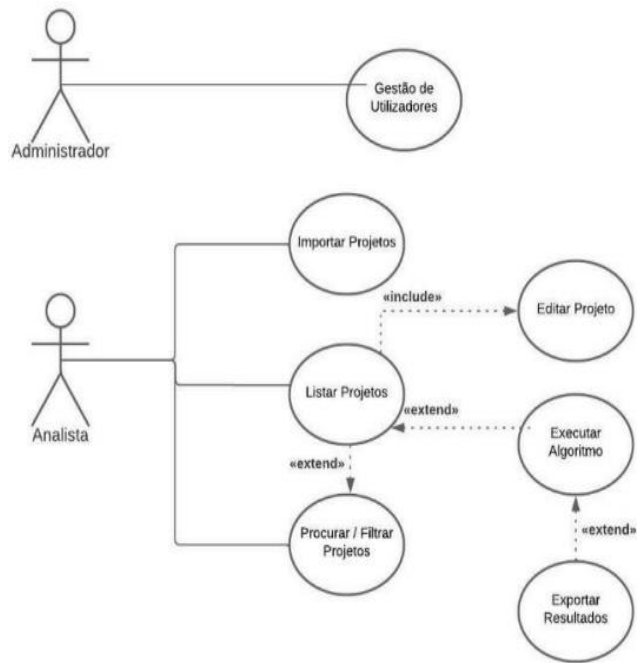


FIGURA 2 - CASOS DE USO DA APLICAÇÃO

Requisitos Funcionais

Autenticação - O utilizador pode autenticar-se na aplicação através das credenciais fornecidas por um administrador. Caso contrário o acesso será negado.

Gestão de Utilizadores - São mostrados todos os utilizadores existentes e permite criar, alterar ou apagar utilizadores.

Listagem Projetos - Tabela com a listagem de todos os projetos já inseridos na aplicação.

Pesquisa Projetos O analista pode importar projetos e respetivas classificações através de um ficheiro CSV.

Detalhes do projeto - Ferramenta de pesquisa à disposição do analista para que este possa pesquisar ou filtrar projetos por determinadas características.

Editar Projeto - O analista pode alterar dados de um projeto caso este tenha sido mal importado ou revisto posteriormente à importação.

Execução Algoritmo - O analista seleciona o Município, ou, utilizando o acrónimo de "Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos" que subdivide-se em 3 níveis (NUTS I, NUTS II, NUTS III), definidos de acordo com critérios populacionais, administrativos e geográficos. Especifica o nível de suporte e inicia a execução do algoritmo APRIORI para cálculo das frequências dos seus itens.

Exportação dos Resultados do Algoritmo - Após a execução do algoritmo, o analista tem a possibilidade de exportar os resultados para um ficheiro XLSX

Arquitetura do Sistema

Arquitetura Física

A camada da base de dados foi desenvolvida usando o SQL Server 2019 Express, que por sua vez permite fazer a gestão da base de dados relacional através do SQL Server Management Studio.

A camada lógica do negócio foi programada em C#, usando para esse efeito o Visual Studio 2019, que permitiu implementar todas as funcionalidades inerentes ao projeto, neste caso fazendo uso do algoritmo APRIORI. A comunicação entre a camada lógica e a camada de base de dados é estabelecida usando o LINQ, um componente .NET, que permite a consulta dos dados.

A camada de apresentação, ou interface de utilizador, foi desenvolvida em Windows Forms, uma solução da Microsoft que permite desenvolver aplicações para Windows.

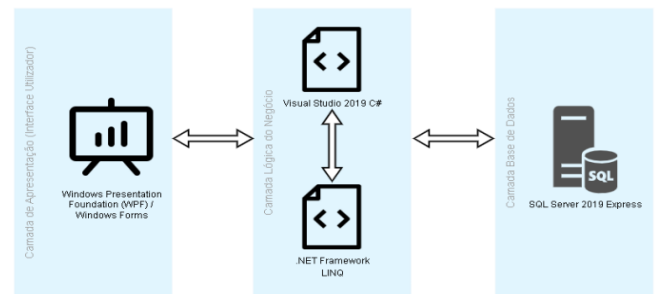


FIGURA 3 - ARQUITETURA FÍSICA

Arquitetura Lógica

Nesta situação, a arquitetura lógica pode incluir componentes como o banco de dados, aplicações de gestão de dados, interfaces de utilizador, entre outros. O objetivo é garantir a integridade, segurança e acessibilidade dos dados armazenados localmente.

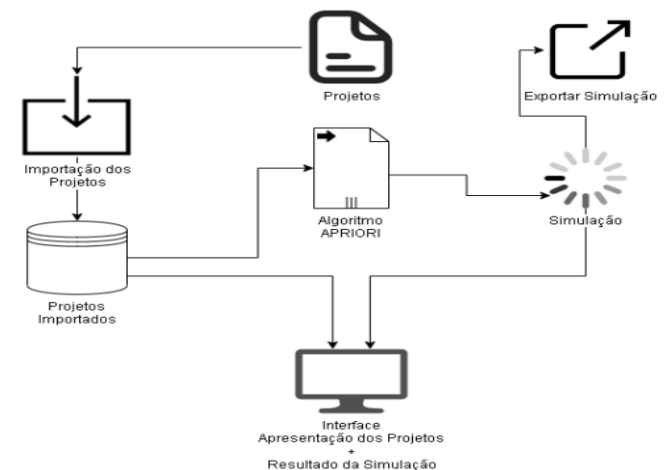


FIGURA 4 - ARQUITECTURA LÓGICA

Diagrama de Classes

Para descrever a visão funcional recorrem-se a diagramas UML (Unified Modeling Language), onde se identificam os tipos de dados.

Projetos (idProjeto, nome, idMunicipio -> Municipios)

Projetos_ODS

(idProjeto, classificacao, idODS -> ODS) ODS(idODS, name)

Municipios

(idMunicipio, idNuts2 -> Nuts2, idNuts3 -> Nuts3)

Nuts2 (id Nuts2, nome)

Nuts3 (idNuts3, nome))

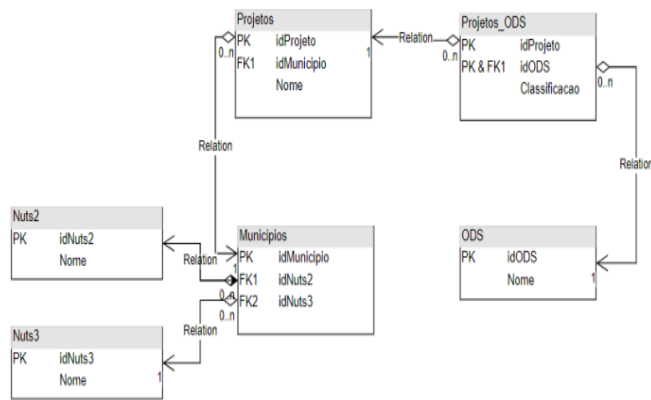


FIGURA 5 - DIAGRAMA DE CLASSES

Algoritmos de Business Intelligence

ODS local fornece dados de alta qualidade e precisão que são necessários para alimentar algoritmos de BI, que por sua vez, são usados para analisar os dados armazenados no ODS local e transformá-los em informações valiosas para a tomada de decisão empresarial.

Desenho e implementação

O sistema foi desenvolvido em Windows Forms, com a implementação de uma base-de-dados MDF, e pode ser instalado em qualquer computador com sistema operativo Windows, sem necessidade de instalação do SQL Server, uma vez que a base-de-dados em ficheiro MDF é executada como serviço interno do sistema, chamado LocalDB. Tal como no SQL Server, esta base-de-dados também é usada sob a extensão Transact-SQL.

Autenticação

Na janela de Login poderemos fazer a nossa autenticação. Se a tentativa de login estiver incorreta, será mostrada a mensagem a informar que os dados de autenticação estão incorretos. Se estiver correta, abrirá a janela atribuída ao tipo de conta autenticado:

Administrador - Janela de Gestão de Utilizadores;

Utilizador - Janela de Gestão de Projetos e Cálculo Apriori

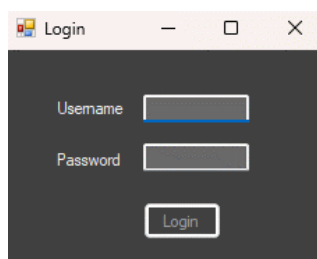


FIGURA 6 - ECRÃ DE AUTENTICAÇÃO

Administração de Utilizadores

Na janela de gestão de utilizadores, o administrador pode visualizar todos os utilizadores registados, inserir novos utilizadores, definindo o Username, Password e o Tipo de conta (administrador ou utilizador), e apagar utilizadores:

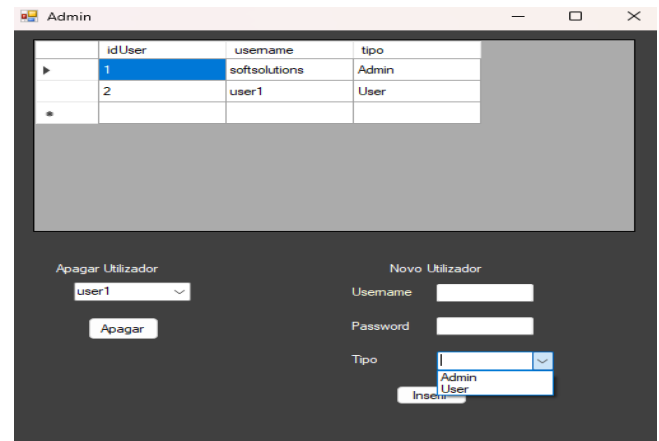


FIGURA 7 - ADMINISTRAÇÃO DE UTILIZADORES

Ecrã Principal

Para um utilizador normal, a janela de gestão de projetos e cálculo Apriori terá o seguinte aspeto

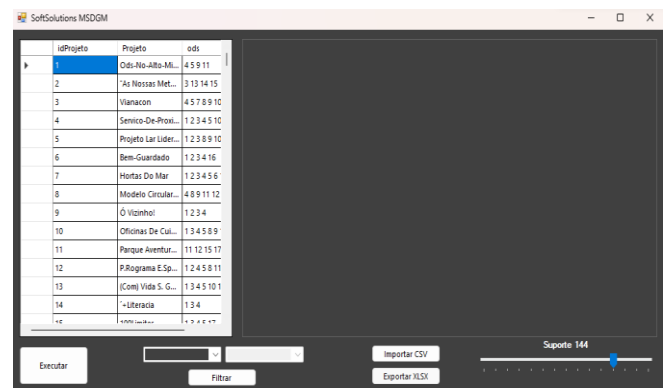


FIGURA 8 - ECRÃ PRINCIPAL

Execução do Algoritmo

Atualizar - Disponível após execução do algoritmo, interrompe o cálculo e inicia novamente.

Filtrar - O utilizador pode escolher o tipo de filtro (NUTS1, NUTS2, NUTS3 ou Município) na primeira caixa de seleção em cima, e escolher a localização pretendida na segunda caixa de seleção. Ao clicar em "Filtrar" a Lista de Projetos será atualizada conforme a seleção do utilizador.

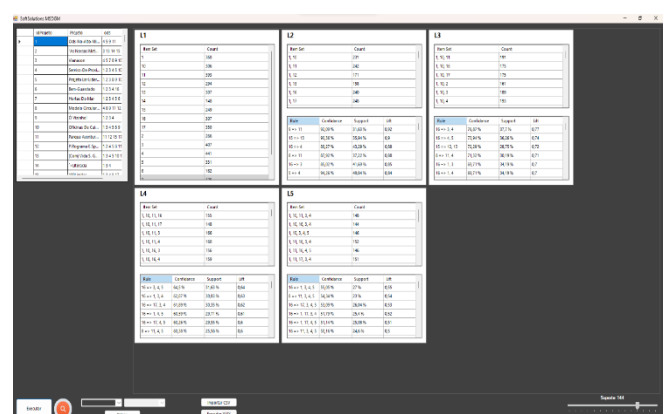


FIGURA 9 - JANELA DE EXECUÇÃO DE ALGORITMO

Filtros de Projetos

Importar CSV - Permite que o utilizador escolha um ficheiro .CSV com um ou vários projetos e importe esses projetos para a base de dados.

Exportar XLSX - Permite que o utilizador exporte os resultados do algoritmo para um ficheiro Excel.

Suporte - Permite ao utilizador escolher o nível de suporte mínimo para o cálculo do algoritmo

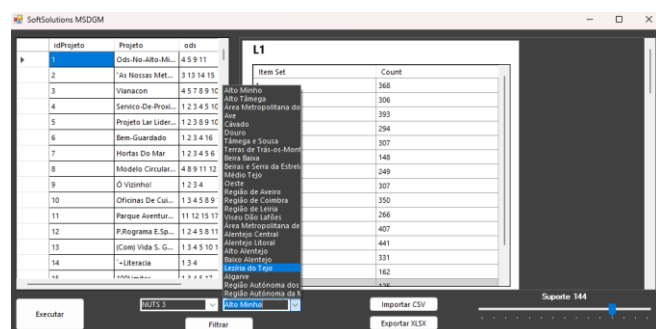


FIGURA 10 - FILTROS DE PROJETOS

Projeto Individual

É mostrado o título do projeto, o município e as percentagens atribuídas a cada ODS. Todos os dados são passíveis de alteração e, uma vez que estes são mostrados em caixas de texto e de seleção, podem ser prontamente alterados. Na mesma janela, é possível ainda eliminar o projeto e os seus dados através do botão “Apagar”. O botão “Cancelar” cancela todas as alterações efetuadas nas caixas de edição.

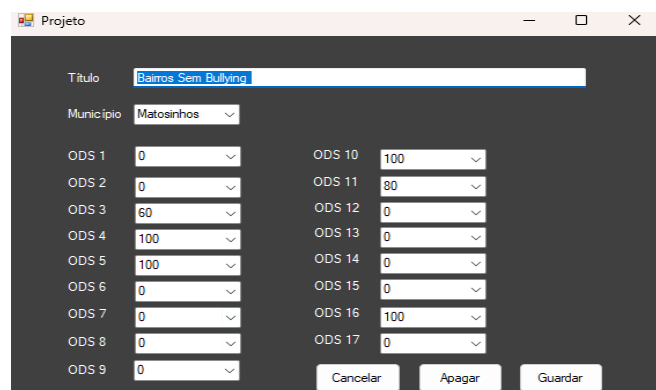


FIGURA 11 - JANELA DO PROJETO INDIVIDUAL

Testes de validação

O algoritmo Apriori é amplamente utilizado em mineração de dados para identificar padrões frequentes em grandes conjuntos de dados. Neste relatório, apresentamos a aplicação do algoritmo Apriori para monitorizar o desempenho sustentável dos municípios através do desenvolvimento de projetos e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A implementação do algoritmo numa aplicação de Windows Forms permite aos utilizadores explorarem de forma interativa os resultados da análise dos dados relacionados ao desempenho sustentável dos municípios. A

validação dos resultados é fundamental para garantir a precisão e a confiabilidade dos padrões encontrados.

Conclusões

Este projeto é sobre o desenvolvimento de uma solução para monitorizar as metas de desenvolvimento sustentável nos municípios, no âmbito da Agenda 2030 e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O desenvolvimento deste projeto por parte da SoftSolutions, permitiu-nos conhecer e implementar o algoritmo Apriori, usado amplamente em mineração de dados para identificar padrões frequentes em grandes conjuntos de dados. Conhecer o seu funcionamento e implementação no âmbito do projeto, tornou-se o primeiro desafio encontrado, o que despendeu face à experiência da equipa e boa interação de todos os elementos, toda a fase de planeamento, implementação da aplicação e documentação revelou-se relativamente satisfatória, havendo sempre um continuo fluxo e comunicação na realização do trabalho por parte da equipa, mesmo quando surgiam dificuldades. Dado ao tempo despendido na aquisição de conhecimento de C# e Windows Forms, bem como aprendizagem sobre o funcionamento do algoritmo Apriori, a boa gestão de tempo da equipa permitiu concluir os objetivos que nos propusemos, sendo um dos pontos finais de conclusão deste trabalho, as ponderações relativamente ao nível de concretização dos ODS's em cada projeto.

Referencias

- Almeida, F. (2022). The Contribution of Local Agents and Citizens to Sustainable Development: The Portuguese Experience. Sustainability (Switzerland), 14(19). <https://doi.org/10.3390/SU141912696>
- Leão, A., & Cunha, P. (2013). Relatório de Especificação de Requisitos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Sete riscos de projeto comuns e as maneiras de preveni-los • Asana. (n.d.). Retrieved February 3, 2023, from <https://asana.com/pt/resources/project-risks>
- Augmented Startups (Director). (2017, October 31).
- Apriori Algorithm (Associated Learning) - Fun and Easy Machine Learning. https://www.youtube.com/watch?v=WGIMIS_Yydk
- Apriori Algorithm - GeeksforGeeks. (n.d.). Retrieved January 4, 2023, from <https://www.geeksforgeeks.org/apriori-algorithm/>
- Tao, F., Murtagh, F., & Farid, M. (2003). Weighted association rule mining using weighted support and significance framework. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 661–666. <https://doi.org/10.1145/956750.956836>