Índice

[Material 3](#_Toc183184916)

[Tentativa 1 3](#_Toc183184917)

[Loss e Accuracy 3](#_Toc183184918)

[Loss 3](#_Toc183184919)

[Treino 3](#_Toc183184920)

[Validação 3](#_Toc183184921)

[Accuracy 4](#_Toc183184922)

[Treino 4](#_Toc183184923)

[Validação 4](#_Toc183184924)

[Teste 4](#_Toc183184925)

[Classes 5](#_Toc183184926)

[Classe 0 5](#_Toc183184927)

[Classe 1 6](#_Toc183184928)

[Classe 2 7](#_Toc183184929)

[Matriz de Confusão 8](#_Toc183184930)

[Métricas 8](#_Toc183184931)

[Exatidão 8](#_Toc183184932)

[Precisão 9](#_Toc183184933)

[Recuperação 9](#_Toc183184934)

[F1 10](#_Toc183184935)

[Gráfico ROC 10](#_Toc183184936)

[Geral 11](#_Toc183184937)

[Material + Ano 12](#_Toc183184938)

[Tentativa 1 do Zero 12](#_Toc183184939)

[Loss e Accuracy 12](#_Toc183184940)

[Loss 12](#_Toc183184941)

[Treino 12](#_Toc183184942)

[Validação 12](#_Toc183184943)

[Accuracy 13](#_Toc183184944)

[Treino 13](#_Toc183184945)

[Validação 13](#_Toc183184946)

[Teste 13](#_Toc183184947)

[Classes 14](#_Toc183184948)

[Classe 0 14](#_Toc183184949)

[Classe 1 15](#_Toc183184950)

[Classe 2 16](#_Toc183184951)

[Classe 3 17](#_Toc183184952)

[Classe 4 18](#_Toc183184953)

[Matriz de Confusão 19](#_Toc183184954)

[Métricas 20](#_Toc183184955)

[Exatidão 20](#_Toc183184956)

[Precisão 20](#_Toc183184957)

[Recuperação 21](#_Toc183184958)

[F1 21](#_Toc183184959)

[Gráfico ROC 22](#_Toc183184960)

[Geral 23](#_Toc183184961)

# Material

## Tentativa 1

Tempo: 45,82 min

### Loss e Accuracy

#### Loss

Uma imagem com texto, diagrama, file, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

##### Treino

|  |
| --- |
| Menor: 0,0006 (época 9)  Maior: 4,06 (época 1) |

Começa com um valor alto (aproximadamente 4,06 na época 1), mas rapidamente diminui ao longo das épocas, chegando a valores muito baixos (0,0006 na época 9 e 0,00076 na época 10). Isso indica que o modelo está a aprender a minimizar o erro durante o treino de forma eficaz.

Uma redução tão significativa sugere que o modelo está a ajustar-se muito bem aos dados de treino, aprendendo padrões e fazendo previsões mais precisas à medida que o número de épocas aumenta.

##### Validação

|  |
| --- |
| Menor: 1,70 (época 2)  Maior: 3,88 (época 1) |

Começa num valor relativamente alto (3,88) e diminui até atingir 2,51 na época 10. No entanto, essa redução não é tão drástica quanto à de treino, o que indica que o modelo não se está ajustar tão bem aos dados de validação quanto aos dados de treino.

Embora a redução seja positiva, a diferença entre esta e a de treino sugere um possível risco de *overfitting*. Ou seja, o modelo está muito focado nos dados de treino e pode não estar generalizar tão bem para dados novos ou desconhecidos.

#### Accuracy

Uma imagem com texto, diagrama, file, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

##### Treino

|  |
| --- |
| Menor: 0,9296 (época 1)  Maior: 0,9998 (época 9) |

Começa alta (aproximadamente 92,96% na época 1) e melhora rapidamente até atingir 99,98% na época 9.

Uma alta exatidão de treino, especialmente com valores acima de 99%, indica que o modelo está a fazer previsões muito precisas nos dados de treino. Isso é um bom sinal de que o modelo está a aprender corretamente.

##### Validação

|  |
| --- |
| Menor: 0,8775 (época 1)  Maior: 0,9783 (época 4) |

Começa em 87,75% na época 1 e melhora até atingir 97,52% na época 10. A exatidão de validação também segue uma tendência de melhoria, mas sem atingir a mesma taxa de exatidão observada no treino.

#### Teste

Loss: 2,53, é semelhante à *loss* de validação, o que sugere que o modelo pode estar a funcionar de forma semelhante com dados desconhecidos, o que é um bom sinal de que o modelo tem boa capacidade de generalização.

Accuracy: 0,9645, é ligeiramente inferior à exatidão de validação e treino. Esta é muito boa, superior a 96%, o que indica que o modelo está a generalizar bem para dados novos. No entanto, é esperado que a exatidão de teste seja um pouco menor do que a de treino devido à diferença entre dados conhecidos e desconhecidos.

### Classes

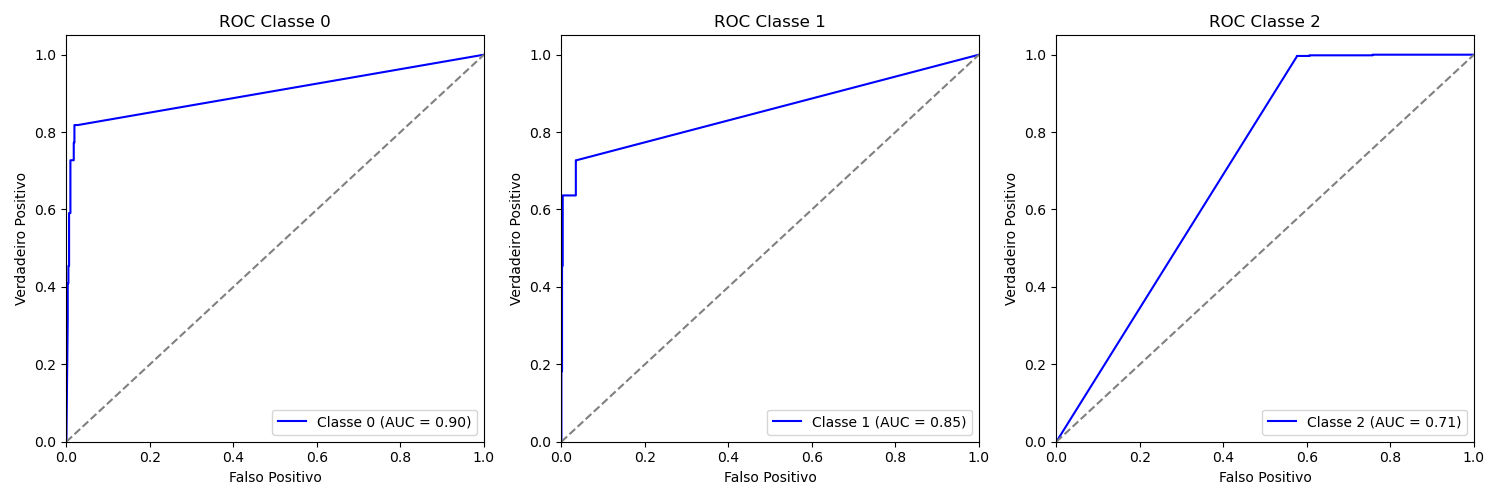
#### Classe 0

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 157 | 7 | 22 | 186 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** |  |  |
| 9 | 0 | 41% | Alvenaria |
| 0 | 1 |  | Aço |
| 13 | 2 | 59% | Betão Armado |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 9 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 11 |
| **Exatidão** | 0,9768 |
| **Precisão** | 0,8181 |
| **Recuperação** | 0,4091 |
| **F1** | 0,5455 |
| **AUC** | 0,9 |

**Gráfico ROC**



**Resumo:**

Os casos da classe 0 estão a ser identificados como casos da classe 2 (59%), isto porque a classe 2 tem muitos ficheiros. A precisão é bastante alta, mas a recuperação é baixa. Isto sugere que o modelo está a falhar em identificar a maioria dos casos da classe 0. F1 também se encontra baixo, expectável. A classe tem um AUC bastante alto, o que significa que o modelo está a conseguir distinguir a classe 0 das restantes, mas este valor alto não se traduz numa boa performance prática, como podemos observar na baixa recuperação.

#### Classe 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 119 | 13 | 11 | 143 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** |  |  |
| 2 | 1 | 18% | Aço |
| 1 | 0 | 9% | Alvenaria |
| 8 | 1 | 73% | Aço |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 2 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 2 |
| **Exatidão** | 0,9861 |
| **Precisão** | 1 |
| **Recuperação** | 0,1818 |
| **F1** | 0,3077 |
| **AUC** | 0,85 |

**Gráfico ROC**

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

Cerca de 73% dos casos estão a ser identificados como classe 2, isto acontece porque a classe 2 tem muitos ficheiros. Apenas 2 casos de 11 foram identificados corretamente. Tem uma precisão perfeita (a melhor precisão), mas o modelo fez muito poucas previsões para esta classe. A recuperação é bastante baixa, como explicado no início, porque está a identificar poucos casos corretamente. AUC é 0,85, um valor bastante alto, o que significa que o modelo está a conseguir distinguir a classe 1 das restantes, mas este valor alto não se traduz numa boa performance prática, como podemos observar na baixa recuperação.

#### Classe 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 4 891 | 625 | 614 | 6 130 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** |  |  |
| 613 | 2 | 99,8% | Betão Armado |
| 1 | 0 | 0,2% | Alvenaria |
| 0 | 1 |  | Aço |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 613 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 634 |
| **Exatidão** | 0,9660 |
| **Precisão** | 0,9669 |
| **Recuperação** | 0,9984 |
| **F1** | 0,9824 |
| **AUC** | 0,71 |

**Gráfico ROC**

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

Cerca de 99,8% dos casos estão a ser identificados na classe 2 e apenas 1 caso está a ser identificado como outra classe, classe 0. Tem uma precisão e recuperação, sendo esta a melhor, muito alta. Tem uma AUC mais baixa que as outras classes e mais baixa do que se seria esperado. Isto pode indicar que, embora o modelo funcione muito bem a identificar a classe 2, a sua capacidade de distinguir das outras pode não ser tão boa.

### Matriz de Confusão

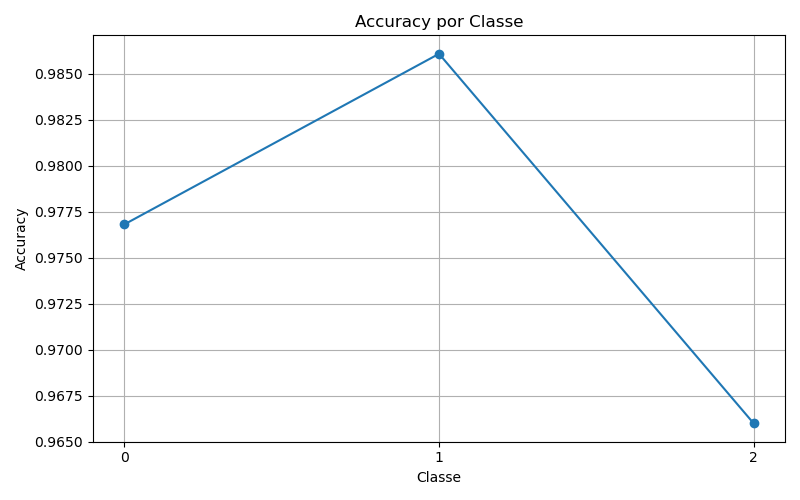
Uma imagem com texto, captura de ecrã, Retângulo, diagrama

Descrição gerada automaticamente

De 647 casos foram identificados corretamente 624 casos (96%). O modelo tem um desempenho muito bom para a classe 2, mas isso vem às custas de erros significativos nas classes 0 e 1 uma vez que estas estão a ser classificadas como classe 2. A priorização da classe majoritária (classe 2) é uma consequência esperada do desequilíbrio dos dados.

### Métricas

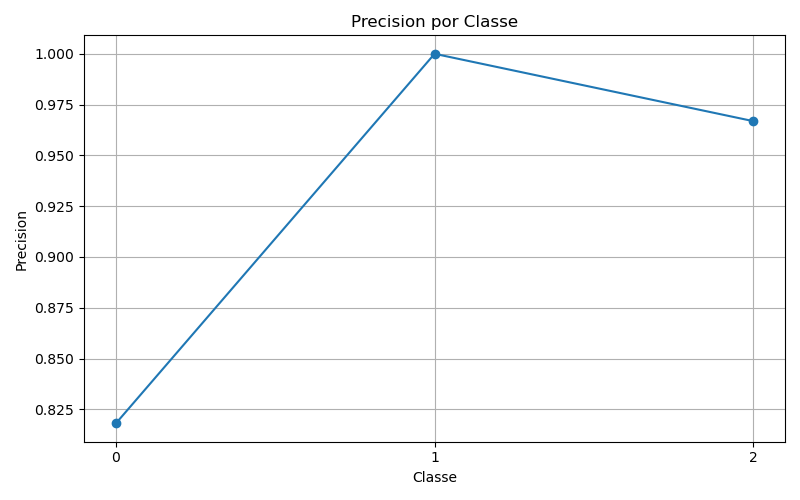
#### Exatidão



Maior: 0,9861 (classe 1)

Menor: 0,9660 (classe 2)

#### Precisão



Maior: 1 (classe 1)

Menor: 0,8182 (classe 0)

Classe 0: A precisão alta (81,81%) contrasta com uma recuperação baixa (40,91%), o que indica que o modelo faz poucas previsões para esta classe.

Classe 1: A precisão perfeita (100%) é enganosa devido a uma recuperação extremamente baixa (18,18%), o que sugere que o modelo só faz previsões para a classe 1 em casos muito óbvios.

Classe 2: A precisão alta (96,69%) é consistente com uma recuperação elevada (99,84%), o que indica que o modelo prioriza esta classe e é eficaz em identificá-la.

#### Recuperação



Maior: 0,9984 (classe 2)

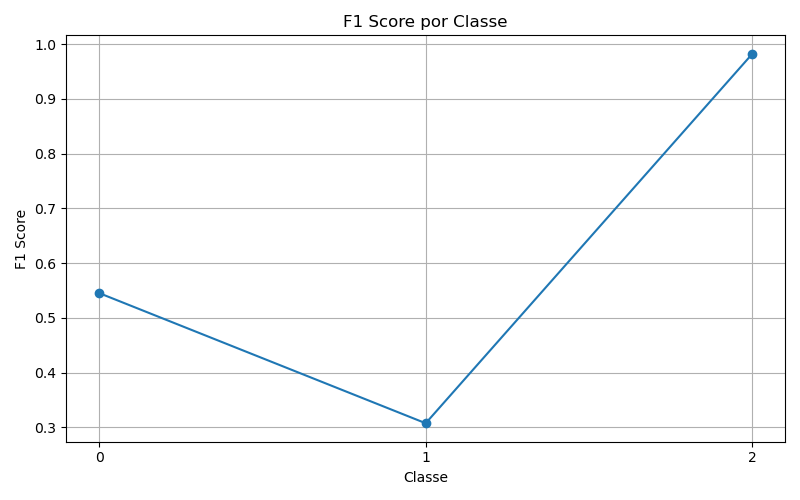
Menor: 0,1818 (classe 1)

Classe 0: A baixa recuperação sugere que o modelo precisa melhorar na identificação dos casos desta classe.

Classe 1: O desempenho insatisfatório para esta classe (recuperação de 18,18%) requer atenção especial, pois a maioria dos casos não estão a ser bem identificados.

Classe 2: A alta recuperação demonstra a eficácia do modelo em lidar com maior classe, mas o desequilíbrio dos dados prejudica as outras classes.

#### F1



Maior: 0,9824 (classe 33)

Menor: 0,3077 (classe 2)

Classe 0 e Classe 1: Os F1-Scores baixos destacam que o modelo está a enfrentar dificuldades em equilibrar precisão e recuperação para as classes minoritárias. Esses resultados reforçam a necessidade de abordar o desequilíbrio nos dados.

Classe 2: O F1-score elevado demonstra que o modelo está altamente otimizado para a classe majoritária, possivelmente às custas das minoritárias.

### Gráfico ROC

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Classe 0 (AUC = 0,90):**

A curva mostra que o modelo é bom a distinguir a classe 0 das restantes. A AUC de 0,90 é alta, o que indica que o modelo tem alta capacidade discriminatória para a classe 0. Há uma inclinação acentuada no início da curva, o que sugere que a maioria dos verdadeiros positivos é identificada com poucos falsos positivos. Apesar da AUC elevada, sabe-se que a recuperação (40,91%) da classe 0 é baixa, o que indica que o modelo não está a identificar uma parte significativa dos casos corretamente.

**Classe 1 (AUC = 0,85):**

A AUC de 0,85 também é boa, mas não é tão alta quanto a da classe 0, o que indica que o modelo é menos eficaz em identificar a classe 1. A curva mostra que, em algumas regiões, o modelo apresenta um equilíbrio aceitável entre TPR e FPR. A recuperação muito baixa (18,18%) para a classe 1 confirma que, apesar de uma AUC razoável, o modelo identifica muito poucos casos corretamente, o que compromete sua utilidade.

**Classe 2 (AUC = 0,71):**

A AUC de 0,71 é significativamente inferior ao das outras classes, o que indica que o modelo tem mais dificuldade em distinguir a classe 2 das restantes. A curva é menos inclinada, o que sugere que o modelo não consegue manter uma boa taxa de verdadeiros positivos sem aumentar os falsos positivos. Apesar da alta recuperação (99,84%) da classe 2, a AUC mais baixo reflete que o modelo pode estar cometendo mais erros ao prever outras classes como sendo da classe 2.

### Geral

O modelo apresenta um desempenho global elevado (96,6% de exatidão), mas enfrenta dificuldades em lidar com o desequilíbrio de ficheiros em cada classe. A matriz de confusão destaca que a classe 2 domina as previsões corretas (613 exemplos), enquanto as classes 0 e 1 apresentam poucos casos corretamente identificados e alta confusão com a classe 2.

As métricas refletem estas limitações: a precisão para as classes 0 e 2 é alta (81,81% e 96,69%, respetivamente), mas a recuperação para as classes 0 (40,91%) e 1 (18,18%) é baixa, o que resulta em F1-Scores baixos (54,55% e 30,77%). Os gráficos ROC mostram bom desempenho para as Classes 0 (AUC 0,90) e 1 (AUC 0,85), mas menor eficiência para a Classe 2 (AUC 0,71), o que indica possíveis problemas com falsos positivos.

# Material + Ano

## Tentativa 1 do Zero

Tempo: 45.30 minutos

### Loss e Accuracy

#### Loss

Uma imagem com texto, diagrama, file, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

##### Treino

|  |
| --- |
| Maior: 17,82 (época 1)  Menor: 0,9674 (época 10) |

A *loss* de treino começa com um valor elevado (17,82 na época 1), mas diminui significativamente ao longo do treino, atingindo 0,9674 na época 10. Este comportamento demonstra que o modelo está a minimizar o erro de forma eficaz ao aprender os padrões nos dados de treino.

##### Validação

|  |
| --- |
| Maior: 23,88 (época 4)  Menor: 10,38 (época 1) |

A *loss* de validação começa alta (10,38 na época 1), aumenta consideravelmente até à época 3 (23,83), mas apresenta alguma estabilização nas épocas seguintes, terminando em 13,51 na época 10. Isso pode indicar que o modelo enfrenta dificuldade em generalizar para os dados de validação, possivelmente devido a um leve overfitting.

#### Accuracy

Uma imagem com texto, diagrama, file, Gráfico

Descrição gerada automaticamente

##### Treino

|  |
| --- |
| Maior: 0,9698 (época 10)  Menor: 0,7859 (época 1) |

A *accuracy* de treino começa relativamente alta (0,7859 na época 1), o que indica que o modelo já possui alguma capacidade inicial de generalização. À medida que o treino avança, a *accuracy* aumenta, atingindo 0,9698 na época 10. Isso reflete que o modelo está a aprender bem os padrões dos dados de treino.

##### Validação

|  |
| --- |
| Maior: 0,8698 (época 6)  Menor: 0,7845 (época 10) |

A *accuracy* de validação também começa alta (0,8124 na época 1) e mostra uma ligeira tendência de crescimento, chegando a 0,8698 na época 6. Contudo, flutua após a época 6 e termina mais baixa na época 10 (0,7845). Isso sugere que o modelo pode estar a sofrer overfitting aos dados de treino ou que os dados de validação não representam bem a distribuição dos dados de treino.

#### Teste

Loss: 11,11, um valor coerente com o observado nos dados de validação. Isto sugere que o modelo tem um desempenho estável em novos dados, mas com margem para melhorias.

Accuracy: 0,8037, um valor aceitável e consistente com a *accuracy* de validação na época 10. Isso indica que o modelo mantém uma capacidade razoável de generalização para novos dados.

### Classes

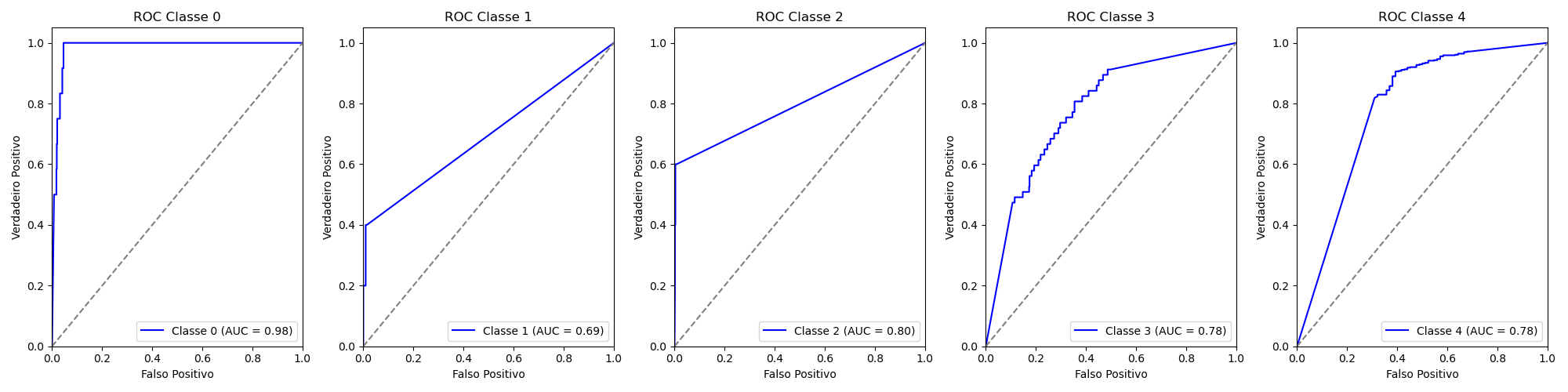
#### Classe 0

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 155 | 19 | 12 | 186 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** | **Propriedades Iguais | %** |  |  |
| 6 | 0 | 50% | Alvenaria |  |
| 1 | 2 | 0 (Nenhuma) | 8% | Aço | Depois de 1983 |
| 4 | 3 | 0 (Nenhuma) | 33% | Betão Armado | Antes de 1983 |
| 1 | 4 | 0 (Nenhuma) | 8% | Betão Armado | Depois de 1983 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 6 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 13 |
| **Exatidão** | 0,9799 |
| **Precisão** | 0,4615 |
| **Recuperação** | 0,5 |
| **F1** | 0,48 |
| **AUC** | 0,98 |

**Gráfico ROC**



**Resumo:**

Cerca de 50% dos casos estão a ser identificados corretamente, e os outros 50% estão espalhados pelas outras classes. 33% dos casos estão a ser identificados como classe 3. Tem uma precisão baixa (grande número de falsos positivos) e também uma recuperação baixa (não está a capturar corretamente esta classe). Tem um AUC bastante alto o que significa que o modelo é bom em distinguir esta classe das restantes

#### Classe 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 54 | 5 | 5 | 64 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** | **Propriedades Iguais | %** |  |  |
| 1 | 1 | 20% | Aço | Antes de 1983 |
| 1 | 0 | 0 (Nenhuma) | 20% | Alvenaria |  |
| 3 | 3 | 1 (Ano, ) | 60% | Betão Armado | Antes de 1983 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 1 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 1 |
| **Exatidão** | 0,9938 |
| **Precisão** | 1 |
| **Recuperação** | 0,2 |
| **F1** | 0,3333 |
| **AUC** | 0,69 |

**Gráfico ROC**

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

Apenas 1 de 5 ficheiros foi corretamente classificados como classe 1, o que resulta numa baixa recuperação. A precisão é uma precisão perfeita com valor de 1, e é a melhor precisão de todas as classes. Esta classe é um pouco enganadora pois previu muito poucos casos como sendo classe 1. Tem a maior precisão de todas as classes e o menor F1. O AUC é bastante baixo o que sugere que o modelo não está a conseguir distinguir a classe 1 das restantes. Este valor pode ser comprovado com as métricas anteriormente referidas.

#### Classe 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 62 | 7 | 10 | 79 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** | **Propriedades Iguais | %** |  |  |
| 2 | 2 | 20% | Aço | Depois de 1983 |
| 3 | 3 | 0 (Nenhuma) | 30% | Betão Armado | Antes de 1983 |
| 5 | 4 | 1 (Ano, ) | 50% | Betão Armado | Depois de 1983 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 2 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 3 |
| **Exatidão** | 0,9861 |
| **Precisão** | 0,6667 |
| **Recuperação** | 0,2 |
| **F1** | 0,3077 |
| **AUC** | 0,8 |

**Gráfico ROC**

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

Apenas 2 de 10 ficheiros foi corretamente classificados como classe 2, o que resulta numa baixa recuperação. A classe que está a ser confundida é com a classe 4 (50% dos casos estão a ser classificados como classe 4), e estas têm em comum o ano. A precisão é uma precisão razoável (2 de 3 previsões), mas faz poucas previsões. O AUC é moderado, o que sugere que o modelo consegue de maneira razoável distinguir a classe 2 das restantes, mas ainda há espaço para melhorias.

#### Classe 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 464 | 58 | 57 | 579 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** | **Propriedades Iguais | %** |  |  |
| 29 | 3 | 51% | Betão Armado | Antes de 1983 |
| 3 | 0 | 0 (Nenhuma) | 5% | Alvenaria | 0 |
| 25 | 4 | 1 (Estrutura, ) | 44% | Betão Armado | Depois de 1983 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 29 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 117 |
| **Exatidão** | 0,8207 |
| **Precisão** | 0,2479 |
| **Recuperação** | 0,5088 |
| **F1** | 0,3333 |
| **AUC** | 0,78 |

**Gráfico ROC**

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

25 ficheiros estão a ser classificados como classe 4 (44%) e tem em comum com a classe 3 o Material. Por isso está com alguma dificuldade em distinguir a classe 3 da 4. Tem uma precisão bastante baixa, a mais baixa de todas as classes, o que reflete numa alta taxa de falsos positivos. Tem uma AUC moderada, o que sugere que o modelo tem alguma capacidade de distinguir esta classe das restantes.

#### Classe 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Treino** | **Validação** | **Teste** | **Total** |
| 4 432 | 556 | 563 | 5 551 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quantidade** | **Classe** | **Propriedades Iguais | %** |  |  |
| 482 | 4 | 85,6% | Betão Armado | Depois de 1983 |
| 3 | 0 | 0 (Nenhuma) | 0,5% | Alvenaria | 0 |
| 78 | 3 | 1 (Estrutura, ) | 13,9% | Betão Armado | Antes de 1983 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Interseção Verdadeiro com Previsto** | 4 |
| **Soma da Coluna Previsto** | 513 |
| **Exatidão** | 0,8269 |
| **Precisão** | 0,9396 |
| **Recuperação** | 0,8561 |
| **F1** | 0,8959 |
| **AUC** | 0,78 |

**Gráfico ROC**

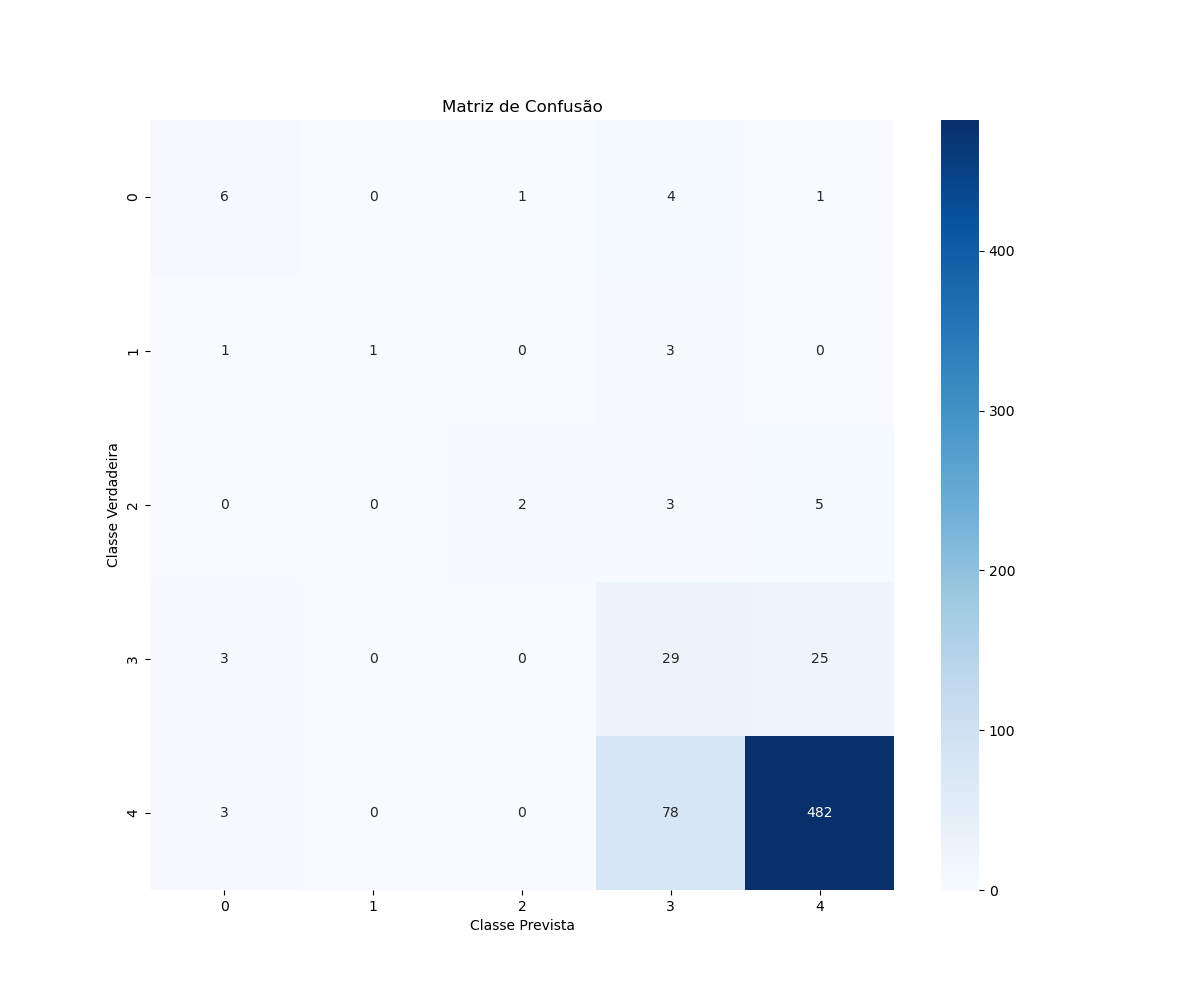
Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Resumo:**

Esta classe tem 85,6% dos casos a serem classificados com a classe correta. 78 ficheiros foram classificados como classe 3, sendo esta a segunda classe que os casos estão a ser classificados. Tem uma precisão bastante alta e uma recuperação alta, sendo esta a maior das 5 classes. Tem uma AUC moderada o que sugere que o modelo tem alguma capacidade de distinguir esta classe das restantes.

### Matriz de Confusão



De 647 casos foram identificados corretamente 520 casos (80%). O modelo tem um desempenho muito bom para a classe 2, mas isso vem às custas de erros significativos nas classes 0 e 1 uma vez que estas estão a ser classificadas como classe 2. A priorização da classe majoritária (classe 2) é uma consequência esperada do desequilíbrio dos dados.

### Métricas

#### Exatidão

Uma imagem com file, Gráfico, texto, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Maior: 0,9861 (classe 1)

Menor: 0,9660 (classe 2)

#### Precisão

Uma imagem com file, texto, Gráfico, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Maior: 1 (classe 1)

Menor: 0,8182 (classe 0)

Classe 0: A precisão alta (81,81%) contrasta com uma recuperação baixa (40,91%), o que indica que o modelo faz poucas previsões para esta classe.

Classe 1: A precisão perfeita (100%) é enganosa devido a uma recuperação extremamente baixa (18,18%), o que sugere que o modelo só faz previsões para a classe 1 em casos muito óbvios.

Classe 2: A precisão alta (96,69%) é consistente com uma recuperação elevada (99,84%), o que indica que o modelo prioriza esta classe e é eficaz em identificá-la.

#### Recuperação

Uma imagem com file, texto, Gráfico, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Maior: 0,9984 (classe 2)

Menor: 0,1818 (classe 1)

Classe 0: A baixa recuperação sugere que o modelo precisa melhorar na identificação dos casos desta classe.

Classe 1: O desempenho insatisfatório para esta classe (recuperação de 18,18%) requer atenção especial, pois a maioria dos casos não estão a ser bem identificados.

Classe 2: A alta recuperação demonstra a eficácia do modelo em lidar com maior classe, mas o desequilíbrio dos dados prejudica as outras classes.

#### F1

Uma imagem com file, texto, Gráfico, diagrama

Descrição gerada automaticamente

Maior: 0,9824 (classe 33)

Menor: 0,3077 (classe 2)

Classe 0 e Classe 1: Os F1-Scores baixos destacam que o modelo está a enfrentar dificuldades em equilibrar precisão e recuperação para as classes minoritárias. Esses resultados reforçam a necessidade de abordar o desequilíbrio nos dados.

Classe 2: O F1-score elevado demonstra que o modelo está altamente otimizado para a classe majoritária, possivelmente às custas das minoritárias.

### Gráfico ROC

Uma imagem com file, diagrama, Gráfico, Paralelo

Descrição gerada automaticamente

**Classe 0 (AUC = 0,98)**

O gráfico mostra uma curva ROC quase perfeita, com uma rápida elevação para valores de verdadeiro positivo próximos a 1, enquanto mantém baixos os falsos positivos. AUC = 0,98 indica que o modelo tem excelente desempenho em distinguir a classe 0 das restantes. A classe 0 apresenta uma taxa de falsos positivos extremamente baixa, sugerindo que o modelo é altamente preciso na identificação dessa classe.

**Classe 1 (AUC = 0,69)**

A curva ROC para a classe 1 é quase linear, aproximando-se da diagonal. AUC = 0,69 reflete um desempenho fraco em distinguir a classe 1 das restantes. Este comportamento está alinhado com as métricas analisadas anteriormente (baixa recuperação e F1-Score). O modelo tem dificuldade em identificar corretamente a classe 1, possivelmente devido à falta de exemplos suficientes ou à sua semelhança com outras classes.

**Classe 2 (AUC = 0,80)**

A curva ROC mostra uma elevação inicial moderada, mas não tão acentuada quanto a classe 0. AUC = 0,80 indica um desempenho aceitável na identificação da classe 2, mas com espaço para melhorias. A confusão significativa observada na matriz de confusão (classe 2 sendo confundida com classes 3 e 4) contribui para uma curva menos ideal.

**Classe 3 (AUC = 0,78)**

A curva ROC é mais consistente que a da classe 1, mas não tão boa quanto a da classe 0. AUC = 0,78 indica um desempenho moderado, com falhas em distinguir a classe das restantes (particularmente a classe 4, conforme observado na matriz de confusão). A elevada taxa de falsos positivos na previsão da classe 3 afeta negativamente o desempenho geral.

**Classe 4 (AUC = 0,78)**

A curva ROC mostra uma elevação mais acentuada no início, indicando que o modelo consegue distinguir parcialmente a classe 4, mas há degradação no desempenho conforme aumenta a taxa de falso positivo. AUC = 0,78 reflete um desempenho moderado, alinhado com as confusões observadas na matriz de confusão (especialmente com a classe 3). Apesar disso, a grande quantidade de dados na classe 4 ajuda a manter métricas razoáveis.

### Geral

O modelo apresenta um desempenho global elevado (96,6% de exatidão), mas enfrenta dificuldades em lidar com o desequilíbrio de ficheiros em cada classe. A matriz de confusão destaca que a classe 2 domina as previsões corretas (613 exemplos), enquanto as classes 0 e 1 apresentam poucos casos corretamente identificados e alta confusão com a classe 2.

As métricas refletem estas limitações: a precisão para as classes 0 e 2 é alta (81,81% e 96,69%, respetivamente), mas a recuperação para as classes 0 (40,91%) e 1 (18,18%) é baixa, o que resulta em F1-Scores baixos (54,55% e 30,77%). Os gráficos ROC mostram bom desempenho para as Classes 0 (AUC 0,90) e 1 (AUC 0,85), mas menor eficiência para a Classe 2 (AUC 0,71), o que indica possíveis problemas com falsos positivos.