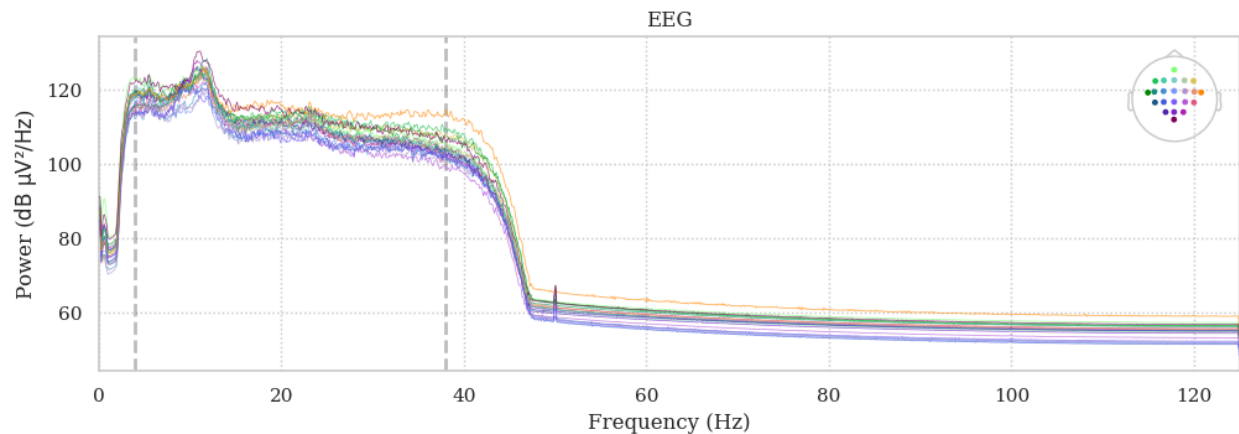


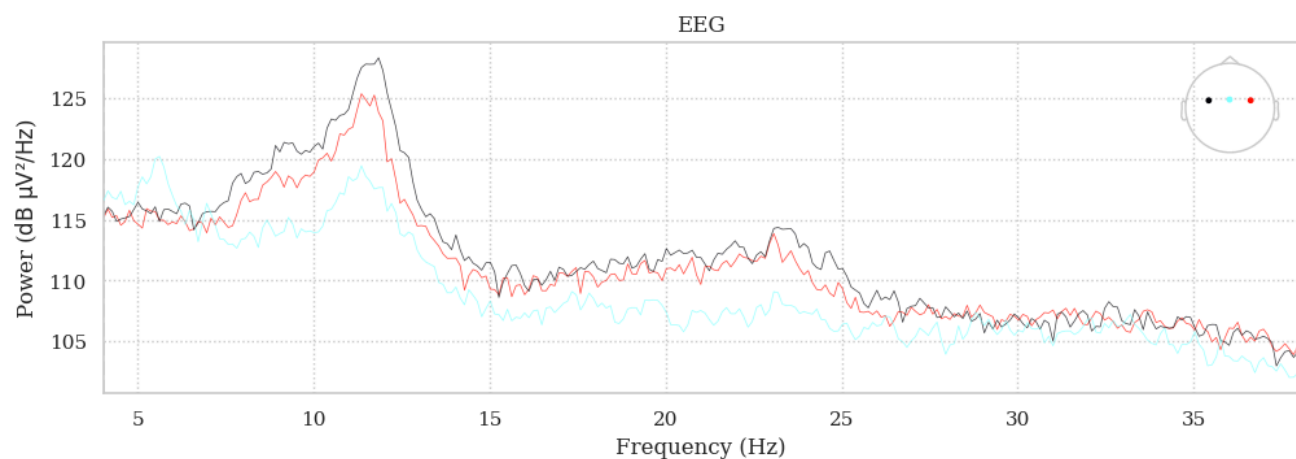
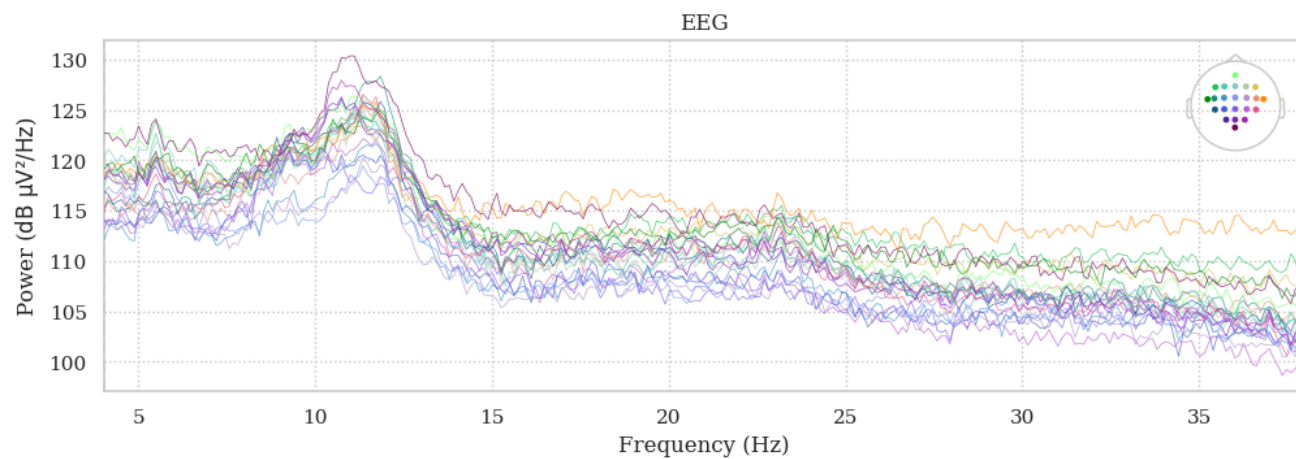
[Questão 1 - (a)]

- Dados coletados de 9 participantes saudáveis, todos destros, com idades entre 25 e 35 anos.
- Utilização de 22 canais de EEG, com eletrodos Ag/AgCl posicionados segundo o sistema internacional 10-20, além de 3 canais de EOG para monitoramento de movimentos oculares.
- Frequência de amostragem de 250 Hz, com filtragem passa-banda de 0,5 a 100 Hz e filtro notch em 50 Hz para remoção de ruído da rede elétrica.
- Cada participante realizou 2 sessões em dias diferentes.
- Cada sessão é composta por 6 runs de 48 trials, totalizando 288 trials por sessão, distribuídos igualmente entre as 4 classes (72 trials por classe).
- O protocolo experimental é baseado em imaginação motora, envolvendo as classes: mão esquerda (classe 1), mão direita (classe 2), ambos os pés (classe 3) e língua (classe 4).
- Os eventos registrados indicam o início do trial, o cue (que informa qual classe imaginar) e possíveis artefatos, que sinalizam trials com ruídos para possível exclusão.
- O arquivo de treino contém os rótulos das classes, enquanto o arquivo de teste não os disponibiliza, simulando dados desconhecidos para avaliação de modelos.
- Não há feedback durante os trials.
- Os dados estão organizados em arquivos .gdf, contendo os sinais, eventos (início, cue, artefatos) e os metadados do experimento.

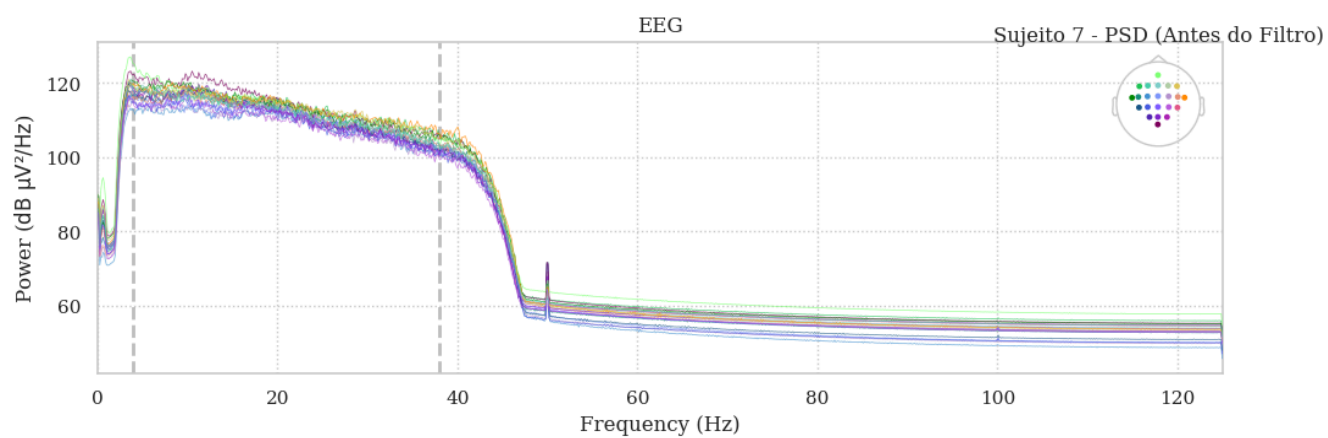
[Questão 1 - (b)]

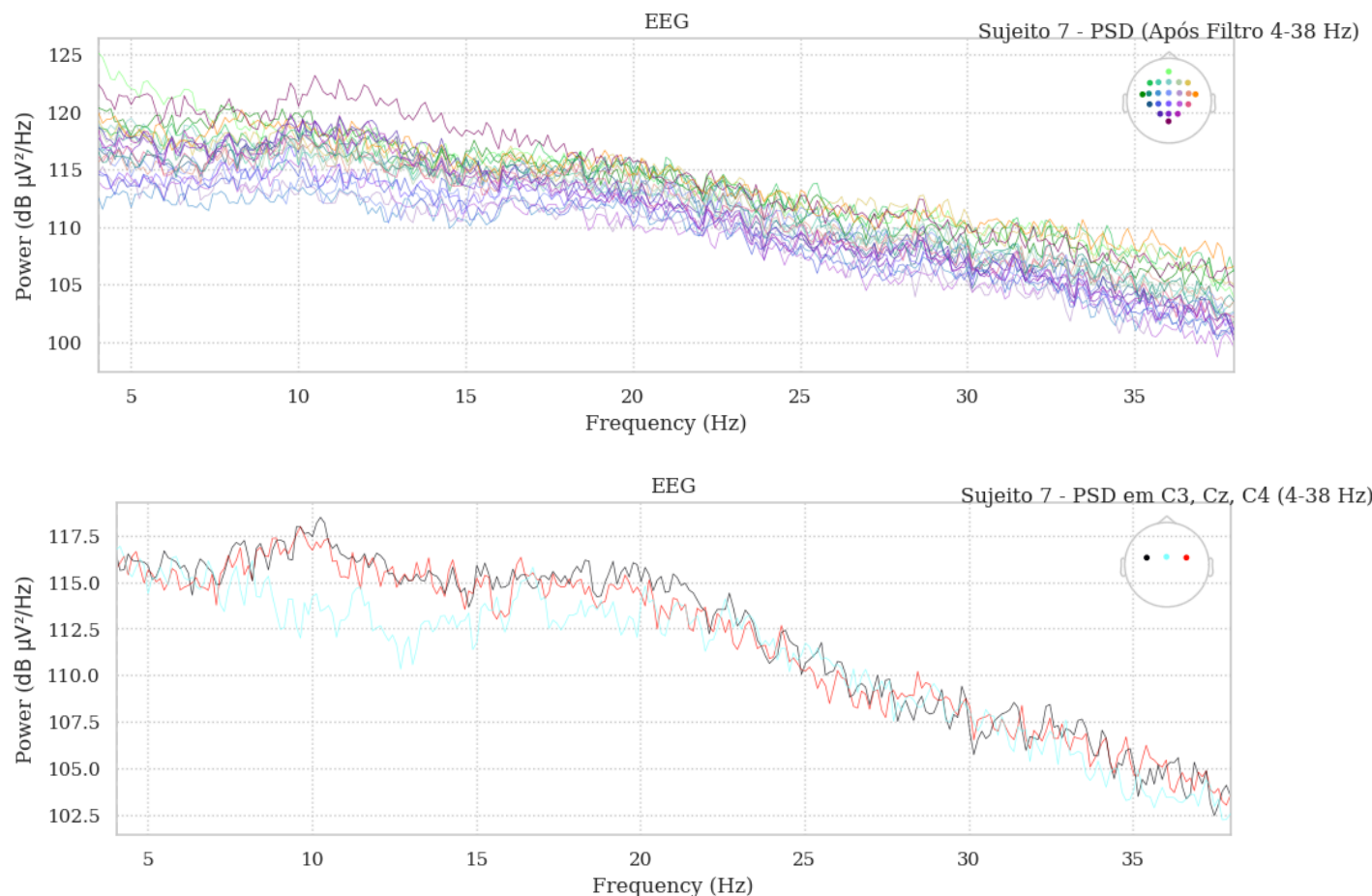
Participante 3:





Participante 7:





A análise comparativa do PSD entre os participantes 3 e 7 revela padrões bastante característicos da atividade elétrica cerebral durante a imaginação motora. Antes da aplicação do filtro, ambos apresentam uma concentração maior de potência nas baixas frequências, além de sinais claros de ruído como componentes abaixo de 1 Hz, geralmente ligados a movimentos, variações lentas ou deriva dos eletrodos

Após o filtro passa-banda (4-38 Hz), o sinal fica visivelmente mais limpo passando a se destacar justamente as bandas de interesse que refletem a atividade neuronal.

Observando especificamente os eletrodos C3, Cz e C4, os dois participantes mostram picos bem definidos na banda alpha (8-13 Hz), principalmente entre 9 e 11 Hz. Esse padrão é típico do chamado ritmo mu, que aparece quando a pessoa está em repouso, especialmente na região sensorio-motora. Também há presença de atividade na banda beta (13-30 Hz), embora com uma amplitude mais baixa, como é comum nesse tipo de tarefa.

Curiosamente, o sujeito 3 apresenta um pico mais evidente na faixa de beta, por volta de 20 Hz, especialmente no eletrodo Cz. Já o sujeito 7 tem uma maior ativação em beta na região de C4, em torno de 18 Hz. Isso pode indicar pequenas diferenças individuais, tanto na forma como cada um realiza a imaginação motora quanto na própria organização cortical.

Apesar dessas diferenças pontuais, o padrão geral se mantém bastante semelhante nos dois participantes. Ambos mostram a predominância do ritmo mu quando estão em repouso, acompanhada de uma leve ativação na faixa beta, que pode estar associada à atenção e ao

engajamento na tarefa. As variações na intensidade e na localização exata dos picos são absolutamente esperadas em EEG, pois refletem tanto características anatômicas individuais quanto fatores como qualidade da gravação ou estado mental no momento.

Em resumo, as PSDs dos participantes 3 e 7 são qualitativamente muito semelhantes. A aplicação do pré-processamento preserva as características fisiológicas essenciais do sinal, o que confirma a boa qualidade dos dados para as análises subsequentes como, por exemplo, a classificação das tarefas de imaginação motora.

[Questão 2 - (a)]

Ao testar três configurações distintas do EEGNet para classificação de tarefas motoras imaginadas no participante 7:

1 - Configuração Padrão (F1=8, D=2, kernel=64):

Acurácia de validação: 66.67%

Acurácia no teste: 68.75%

Desempenho por classe:

Pés: 16.67%

Mão esquerda: 58.33%

Mão direita: 66.67%

Língua: 91.67%

Observação: Acurácia de treino chegou a 100%, indicando algum overfitting

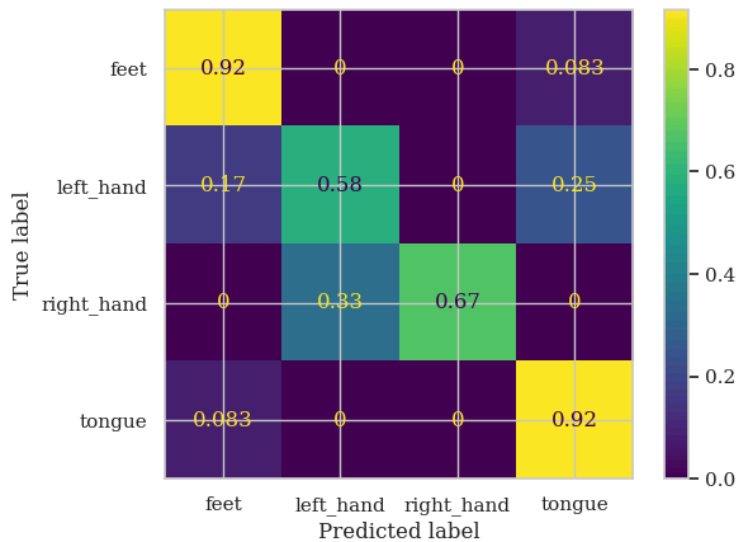
Curva de aprendizado:

| epoch | train_accuracy | train_loss | valid_acc | valid_accuracy | valid_loss | lr | dur |
|-------|----------------|------------|-----------|----------------|------------|--------|--------|
| 1 | 0.4427 | 1.4056 | 0.3646 | 0.3646 | 1.3663 | 0.0100 | 2.2927 |
| 2 | 0.4635 | 1.3214 | 0.3438 | 0.3438 | 1.3428 | 0.0100 | 1.7278 |
| 3 | 0.5000 | 1.2058 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3312 | 0.0100 | 1.7290 |
| 4 | 0.5312 | 1.0883 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3416 | 0.0100 | 1.6920 |
| 5 | 0.4844 | 1.0574 | 0.3229 | 0.3229 | 1.4239 | 0.0100 | 2.2059 |
| 6 | 0.4375 | 0.9763 | 0.3125 | 0.3125 | 1.6384 | 0.0099 | 1.8531 |
| 7 | 0.4167 | 0.9106 | 0.2917 | 0.2917 | 1.9087 | 0.0099 | 1.6804 |
| 8 | 0.3958 | 0.8560 | 0.2917 | 0.2917 | 2.1515 | 0.0099 | 1.6748 |
| 9 | 0.4115 | 0.8523 | 0.2917 | 0.2917 | 2.3093 | 0.0098 | 1.6859 |
| 10 | 0.4635 | 0.6795 | 0.2917 | 0.2917 | 2.3735 | 0.0098 | 1.6752 |
| 11 | 0.5625 | 0.6698 | 0.3125 | 0.3125 | 2.2201 | 0.0098 | 2.5202 |
| 12 | 0.6354 | 0.6937 | 0.3646 | 0.3646 | 2.0306 | 0.0097 | 1.6757 |
| 13 | 0.6927 | 0.5345 | 0.3750 | 0.3750 | 1.8725 | 0.0096 | 1.6867 |
| 14 | 0.8906 | 0.5835 | 0.3854 | 0.3854 | 1.4494 | 0.0096 | 1.6399 |
| 15 | 0.9115 | 0.5507 | 0.4375 | 0.4375 | 1.3527 | 0.0095 | 1.6827 |
| 16 | 0.9010 | 0.4542 | 0.4167 | 0.4167 | 1.3602 | 0.0094 | 1.6769 |
| 17 | 0.9115 | 0.3790 | 0.4688 | 0.4688 | 1.4389 | 0.0094 | 2.3868 |
| 18 | 0.8802 | 0.4152 | 0.5000 | 0.5000 | 1.4640 | 0.0093 | 1.6940 |
| 19 | 0.8646 | 0.3904 | 0.5104 | 0.5104 | 1.5032 | 0.0092 | 1.6853 |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 20 | 0.8698 | 0.4129 | 0.4688 | 0.4688 | 1.5624 | 0.0091 | 1.6841 |
| 21 | 0.8958 | 0.3397 | 0.4792 | 0.4792 | 1.4887 | 0.0090 | 1.6691 |
| 22 | 0.9010 | 0.3111 | 0.4688 | 0.4688 | 1.4263 | 0.0089 | 2.0082 |
| 23 | 0.9062 | 0.2705 | 0.5000 | 0.5000 | 1.4745 | 0.0088 | 2.0649 |
| 24 | 0.9375 | 0.3331 | 0.5000 | 0.5000 | 1.4896 | 0.0087 | 1.7149 |
| 25 | 0.9479 | 0.2531 | 0.5417 | 0.5417 | 1.5466 | 0.0086 | 1.6786 |
| 26 | 0.9115 | 0.2212 | 0.4896 | 0.4896 | 1.7025 | 0.0085 | 1.6717 |
| 27 | 0.9219 | 0.2387 | 0.5104 | 0.5104 | 1.7765 | 0.0084 | 1.6778 |
| 28 | 0.9531 | 0.2413 | 0.5312 | 0.5312 | 1.5316 | 0.0083 | 2.3869 |
| 29 | 0.9740 | 0.2015 | 0.5312 | 0.5312 | 1.4699 | 0.0082 | 1.7031 |
| 30 | 0.9740 | 0.2370 | 0.5625 | 0.5625 | 1.3013 | 0.0080 | 1.6925 |
| 31 | 0.9792 | 0.1669 | 0.5521 | 0.5521 | 1.2545 | 0.0079 | 1.6803 |
| 32 | 0.9844 | 0.1370 | 0.5833 | 0.5833 | 1.2372 | 0.0078 | 1.6796 |
| 33 | 0.9844 | 0.1407 | 0.6146 | 0.6146 | 1.2760 | 0.0076 | 1.6801 |
| 34 | 0.9844 | 0.1840 | 0.6042 | 0.6042 | 1.3809 | 0.0075 | 2.5484 |
| 35 | 0.9844 | 0.1441 | 0.5938 | 0.5938 | 1.5485 | 0.0074 | 1.7036 |
| 36 | 0.9844 | 0.1834 | 0.5729 | 0.5729 | 1.5852 | 0.0072 | 1.6964 |
| 37 | 0.9792 | 0.1205 | 0.5833 | 0.5833 | 1.5587 | 0.0071 | 1.6820 |
| 38 | 0.9896 | 0.1763 | 0.6042 | 0.6042 | 1.5455 | 0.0069 | 1.6855 |
| 39 | 0.9896 | 0.1365 | 0.6250 | 0.6250 | 1.4445 | 0.0068 | 1.8942 |
| 40 | 0.9948 | 0.1651 | 0.6458 | 0.6458 | 1.3314 | 0.0066 | 2.2189 |
| 41 | 0.9948 | 0.1004 | 0.6771 | 0.6771 | 1.1982 | 0.0065 | 1.7056 |
| 42 | 1.0000 | 0.0948 | 0.6979 | 0.6979 | 1.0838 | 0.0063 | 1.6915 |
| 43 | 1.0000 | 0.1109 | 0.6875 | 0.6875 | 1.0419 | 0.0062 | 1.6938 |
| 44 | 1.0000 | 0.1235 | 0.6875 | 0.6875 | 1.0276 | 0.0060 | 1.6867 |
| 45 | 1.0000 | 0.1097 | 0.6875 | 0.6875 | 1.0305 | 0.0059 | 2.2682 |
| 46 | 1.0000 | 0.1138 | 0.6771 | 0.6771 | 1.0201 | 0.0057 | 1.8691 |
| 47 | 1.0000 | 0.0887 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0713 | 0.0056 | 1.7198 |
| 48 | 1.0000 | 0.1299 | 0.6458 | 0.6458 | 1.1045 | 0.0054 | 1.7087 |
| 49 | 1.0000 | 0.1082 | 0.6354 | 0.6354 | 1.1157 | 0.0052 | 1.7158 |
| 50 | 1.0000 | 0.1285 | 0.6458 | 0.6458 | 1.1093 | 0.0051 | 1.7082 |
| 51 | 1.0000 | 0.0916 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0853 | 0.0049 | 2.5797 |
| 52 | 1.0000 | 0.1011 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0961 | 0.0048 | 1.6983 |
| 53 | 1.0000 | 0.0761 | 0.6562 | 0.6562 | 1.1032 | 0.0046 | 1.6884 |
| 54 | 1.0000 | 0.0563 | 0.6562 | 0.6562 | 1.1056 | 0.0044 | 1.6994 |
| 55 | 1.0000 | 0.0840 | 0.6667 | 0.6667 | 1.1046 | 0.0043 | 1.6899 |
| 56 | 1.0000 | 0.0989 | 0.6771 | 0.6771 | 1.0898 | 0.0041 | 1.9062 |
| 57 | 1.0000 | 0.0880 | 0.6771 | 0.6771 | 1.0998 | 0.0040 | 2.1827 |
| 58 | 1.0000 | 0.0941 | 0.6667 | 0.6667 | 1.1284 | 0.0038 | 1.6950 |
| 59 | 1.0000 | 0.0891 | 0.6562 | 0.6562 | 1.1356 | 0.0037 | 1.6499 |
| 60 | 1.0000 | 0.0830 | 0.6562 | 0.6562 | 1.1296 | 0.0035 | 1.7075 |
| 61 | 1.0000 | 0.0632 | 0.6354 | 0.6354 | 1.1278 | 0.0034 | 1.7151 |
| 62 | 1.0000 | 0.0673 | 0.6250 | 0.6250 | 1.1317 | 0.0032 | 2.2577 |
| 63 | 1.0000 | 0.0943 | 0.6250 | 0.6250 | 1.1401 | 0.0031 | 1.8361 |
| 64 | 1.0000 | 0.0719 | 0.6354 | 0.6354 | 1.1255 | 0.0029 | 1.6873 |
| 65 | 1.0000 | 0.0741 | 0.6458 | 0.6458 | 1.1062 | 0.0028 | 1.6766 |
| 66 | 1.0000 | 0.0505 | 0.6458 | 0.6458 | 1.0744 | 0.0026 | 1.6784 |
| 67 | 1.0000 | 0.1121 | 0.6458 | 0.6458 | 1.0754 | 0.0025 | 1.6845 |
| 68 | 1.0000 | 0.0848 | 0.6354 | 0.6354 | 1.0811 | 0.0024 | 2.5807 |
| 69 | 1.0000 | 0.0495 | 0.6458 | 0.6458 | 1.0899 | 0.0022 | 1.6871 |
| 70 | 1.0000 | 0.1070 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0870 | 0.0021 | 1.6815 |
| 71 | 1.0000 | 0.0534 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0680 | 0.0020 | 1.6834 |
| 72 | 1.0000 | 0.0628 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0465 | 0.0018 | 1.6880 |
| 73 | 1.0000 | 0.0506 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0303 | 0.0017 | 1.8438 |
| 74 | 1.0000 | 0.0687 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0245 | 0.0016 | 2.2402 |

| | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 75 | 1.0000 | 0.0778 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0160 | 0.0015 | 1.6837 |
| 76 | 1.0000 | 0.0679 | 0.6562 | 0.6562 | 1.0091 | 0.0014 | 1.6937 |
| 77 | 1.0000 | 0.0693 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0096 | 0.0013 | 1.6951 |
| 78 | 1.0000 | 0.0601 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0084 | 0.0012 | 1.6939 |
| 79 | 1.0000 | 0.0315 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0104 | 0.0011 | 2.2140 |
| 80 | 1.0000 | 0.0773 | 0.6667 | 0.6667 | 1.0092 | 0.0010 | 1.8922 |
| 81 | 1.0000 | 0.0609 | 0.6771 | 0.6771 | 1.0077 | 0.0009 | 1.7049 |
| 82 | 1.0000 | 0.0299 | 0.6771 | 0.6771 | 1.0045 | 0.0008 | 1.6985 |
| 83 | 1.0000 | 0.1021 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9990 | 0.0007 | 1.6947 |
| 84 | 1.0000 | 0.0971 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9933 | 0.0006 | 1.6972 |
| 85 | 1.0000 | 0.0470 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9886 | 0.0006 | 2.5914 |
| 86 | 1.0000 | 0.0578 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9838 | 0.0005 | 1.7034 |
| 87 | 1.0000 | 0.0884 | 0.6667 | 0.6667 | 0.9809 | 0.0004 | 1.6936 |
| 88 | 1.0000 | 0.0597 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9782 | 0.0004 | 1.6937 |
| 89 | 1.0000 | 0.0473 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9760 | 0.0003 | 1.6975 |
| 90 | 1.0000 | 0.0808 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9746 | 0.0002 | 1.8074 |
| 91 | 1.0000 | 0.1033 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9740 | 0.0002 | 2.2924 |
| 92 | 1.0000 | 0.0704 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9739 | 0.0002 | 1.6807 |
| 93 | 1.0000 | 0.0714 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9742 | 0.0001 | 1.6854 |
| 94 | 1.0000 | 0.0719 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9736 | 0.0001 | 1.6792 |
| 95 | 1.0000 | 0.0695 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9736 | 0.0001 | 1.7131 |
| 96 | 1.0000 | 0.0686 | 0.6771 | 0.6771 | 0.9737 | 0.0000 | 2.2149 |
| 97 | 1.0000 | 0.0551 | 0.6667 | 0.6667 | 0.9740 | 0.0000 | 1.8732 |
| 98 | 1.0000 | 0.0806 | 0.6667 | 0.6667 | 0.9745 | 0.0000 | 1.6810 |
| 99 | 1.0000 | 0.0620 | 0.6667 | 0.6667 | 0.9749 | 0.0000 | 1.6789 |
| 100 | 1.0000 | 0.0508 | 0.6667 | 0.6667 | 0.9753 | 0.0000 | 1.7002 |

Matriz de confusão:



2 - Configuração Grande (F1=16, D=2, kernel=128):

Acurácia de validação: 55.21% (menor que o anterior)

Acurácia no teste: 52.78%

Desempenho por classe:

Pés: 16.67% (piorou)

Mãos: ~66.67% (similar)

Língua: 83.33% (piorou)

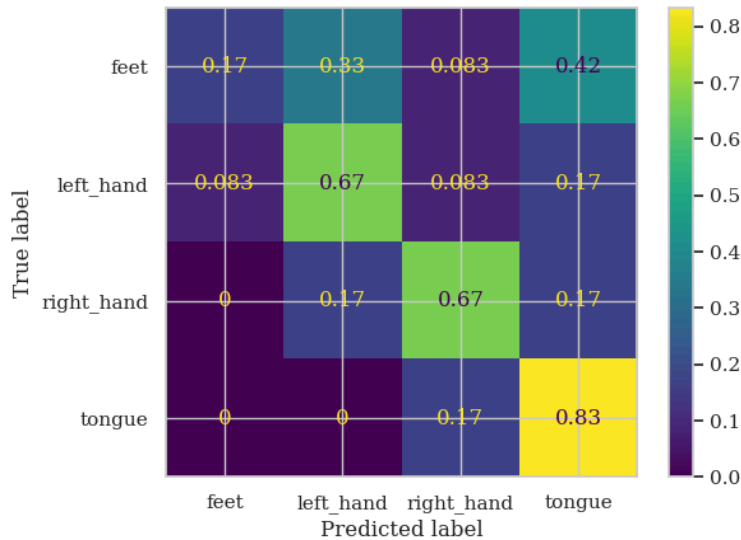
Observação: Overfitting severo (100% treino vs 55% validação)**Curva de aprendizado:**

| epoch | train_accuracy | train_loss | valid_acc | valid_accuracy | valid_loss | lr | dur |
|-------|----------------|------------|-----------|----------------|------------|--------|--------|
| 1 | 0.4479 | 1.4634 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3616 | 0.0100 | 2.6062 |
| 2 | 0.5365 | 1.3285 | 0.3542 | 0.3542 | 1.3258 | 0.0100 | 3.5339 |
| 3 | 0.5365 | 1.1303 | 0.3750 | 0.3750 | 1.3494 | 0.0100 | 2.4340 |
| 4 | 0.4219 | 0.9619 | 0.3021 | 0.3021 | 1.6905 | 0.0100 | 2.4306 |
| 5 | 0.3438 | 0.8586 | 0.2604 | 0.2604 | 2.1713 | 0.0100 | 2.4454 |
| 6 | 0.3594 | 0.7341 | 0.2812 | 0.2812 | 2.4520 | 0.0099 | 3.7029 |
| 7 | 0.3646 | 0.6818 | 0.2812 | 0.2812 | 2.6388 | 0.0099 | 5.3538 |
| 8 | 0.4375 | 0.5249 | 0.3229 | 0.3229 | 2.6357 | 0.0099 | 3.4848 |
| 9 | 0.4635 | 0.5649 | 0.3125 | 0.3125 | 2.6389 | 0.0098 | 2.5893 |
| 10 | 0.5729 | 0.5043 | 0.3229 | 0.3229 | 2.5160 | 0.0098 | 3.6555 |
| 11 | 0.6823 | 0.4679 | 0.3646 | 0.3646 | 2.3508 | 0.0098 | 6.2879 |
| 12 | 0.7188 | 0.3846 | 0.3854 | 0.3854 | 2.3694 | 0.0097 | 2.6828 |
| 13 | 0.7240 | 0.3475 | 0.4062 | 0.4062 | 2.4750 | 0.0096 | 2.5456 |
| 14 | 0.7396 | 0.3903 | 0.4062 | 0.4062 | 2.6356 | 0.0096 | 2.6361 |
| 15 | 0.7812 | 0.4098 | 0.4167 | 0.4167 | 2.5832 | 0.0095 | 3.0380 |
| 16 | 0.8698 | 0.3238 | 0.4479 | 0.4479 | 2.2992 | 0.0094 | 2.4843 |
| 17 | 0.8854 | 0.2642 | 0.4167 | 0.4167 | 2.4970 | 0.0094 | 2.4640 |
| 18 | 0.8229 | 0.3119 | 0.4271 | 0.4271 | 3.0564 | 0.0093 | 2.9907 |
| 19 | 0.7812 | 0.2936 | 0.4375 | 0.4375 | 3.5381 | 0.0092 | 2.5489 |
| 20 | 0.7865 | 0.2418 | 0.4271 | 0.4271 | 3.7061 | 0.0091 | 2.4699 |
| 21 | 0.8177 | 0.3114 | 0.4375 | 0.4375 | 3.6196 | 0.0090 | 2.4546 |
| 22 | 0.9115 | 0.2220 | 0.4271 | 0.4271 | 3.1326 | 0.0089 | 3.4173 |
| 23 | 0.9583 | 0.2248 | 0.4688 | 0.4688 | 2.5100 | 0.0088 | 3.1503 |
| 24 | 1.0000 | 0.1937 | 0.4688 | 0.4688 | 2.1245 | 0.0087 | 2.4689 |
| 25 | 1.0000 | 0.2267 | 0.5104 | 0.5104 | 2.0694 | 0.0086 | 2.5113 |
| 26 | 0.9948 | 0.2170 | 0.4688 | 0.4688 | 2.2472 | 0.0085 | 3.1305 |
| 27 | 0.9948 | 0.2124 | 0.4479 | 0.4479 | 2.5616 | 0.0084 | 2.4639 |
| 28 | 0.9740 | 0.1658 | 0.4375 | 0.4375 | 2.7645 | 0.0083 | 2.4529 |
| 29 | 0.9792 | 0.1823 | 0.4479 | 0.4479 | 2.6746 | 0.0082 | 2.8025 |
| 30 | 0.9896 | 0.1502 | 0.4583 | 0.4583 | 2.5477 | 0.0080 | 2.7445 |
| 31 | 0.9896 | 0.2055 | 0.4375 | 0.4375 | 2.4302 | 0.0079 | 2.4663 |
| 32 | 1.0000 | 0.1384 | 0.4167 | 0.4167 | 2.4961 | 0.0078 | 2.4503 |
| 33 | 0.9948 | 0.1469 | 0.4583 | 0.4583 | 2.7054 | 0.0076 | 3.2275 |
| 34 | 0.9844 | 0.1433 | 0.4479 | 0.4479 | 2.8591 | 0.0075 | 2.4765 |
| 35 | 0.9844 | 0.1927 | 0.4583 | 0.4583 | 2.8434 | 0.0074 | 2.4518 |
| 36 | 0.9896 | 0.1043 | 0.4375 | 0.4375 | 2.8191 | 0.0072 | 2.4512 |
| 37 | 1.0000 | 0.1295 | 0.4688 | 0.4688 | 2.6176 | 0.0071 | 3.4856 |
| 38 | 1.0000 | 0.1363 | 0.4792 | 0.4792 | 2.4306 | 0.0069 | 2.4603 |
| 39 | 1.0000 | 0.0889 | 0.5208 | 0.5208 | 2.2320 | 0.0068 | 2.4634 |
| 40 | 1.0000 | 0.1207 | 0.4792 | 0.4792 | 2.1792 | 0.0066 | 2.4427 |
| 41 | 0.9948 | 0.0956 | 0.5000 | 0.5000 | 2.2489 | 0.0065 | 3.4757 |
| 42 | 1.0000 | 0.0983 | 0.5208 | 0.5208 | 2.4078 | 0.0063 | 2.4741 |
| 43 | 1.0000 | 0.1196 | 0.4792 | 0.4792 | 2.5390 | 0.0062 | 2.4967 |
| 44 | 1.0000 | 0.0575 | 0.4896 | 0.4896 | 2.6001 | 0.0060 | 2.5204 |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 45 | 1.0000 | 0.0932 | 0.5104 | 0.5104 | 2.5610 | 0.0059 | 3.0302 |
| 46 | 1.0000 | 0.0853 | 0.5104 | 0.5104 | 2.5269 | 0.0057 | 2.4696 |
| 47 | 1.0000 | 0.0587 | 0.5312 | 0.5312 | 2.4411 | 0.0056 | 2.4630 |
| 48 | 1.0000 | 0.1183 | 0.5104 | 0.5104 | 2.3258 | 0.0054 | 2.9989 |
| 49 | 1.0000 | 0.0682 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2235 | 0.0052 | 2.5908 |
| 50 | 1.0000 | 0.0553 | 0.5000 | 0.5000 | 2.1294 | 0.0051 | 2.4500 |
| 51 | 1.0000 | 0.1004 | 0.5000 | 0.5000 | 2.0679 | 0.0049 | 2.4612 |
| 52 | 1.0000 | 0.0768 | 0.5312 | 0.5312 | 2.0614 | 0.0048 | 3.4300 |
| 53 | 1.0000 | 0.0598 | 0.5104 | 0.5104 | 2.0674 | 0.0046 | 2.4565 |
| 54 | 1.0000 | 0.0713 | 0.5000 | 0.5000 | 2.1148 | 0.0044 | 2.4569 |
| 55 | 1.0000 | 0.0742 | 0.4896 | 0.4896 | 2.2101 | 0.0043 | 2.4651 |
| 56 | 1.0000 | 0.0944 | 0.5000 | 0.5000 | 2.3256 | 0.0041 | 3.4595 |
| 57 | 1.0000 | 0.0731 | 0.5000 | 0.5000 | 2.3224 | 0.0040 | 2.4753 |
| 58 | 1.0000 | 0.0618 | 0.4896 | 0.4896 | 2.2786 | 0.0038 | 2.4617 |
| 59 | 1.0000 | 0.0602 | 0.5000 | 0.5000 | 2.2715 | 0.0037 | 2.4608 |
| 60 | 1.0000 | 0.0476 | 0.5104 | 0.5104 | 2.2634 | 0.0035 | 3.2622 |
| 61 | 1.0000 | 0.0724 | 0.5104 | 0.5104 | 2.2415 | 0.0034 | 2.4879 |
| 62 | 1.0000 | 0.0647 | 0.5208 | 0.5208 | 2.2365 | 0.0032 | 2.4704 |
| 63 | 1.0000 | 0.0401 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2381 | 0.0031 | 2.7284 |
| 64 | 1.0000 | 0.0391 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2534 | 0.0029 | 2.8411 |
| 65 | 1.0000 | 0.0739 | 0.5208 | 0.5208 | 2.2587 | 0.0028 | 2.4614 |
| 66 | 1.0000 | 0.0679 | 0.5000 | 0.5000 | 2.2654 | 0.0026 | 2.4553 |
| 67 | 1.0000 | 0.0748 | 0.5104 | 0.5104 | 2.2594 | 0.0025 | 3.2074 |
| 68 | 1.0000 | 0.0638 | 0.5208 | 0.5208 | 2.2555 | 0.0024 | 2.4550 |
| 69 | 1.0000 | 0.0534 | 0.5208 | 0.5208 | 2.2649 | 0.0022 | 2.4633 |
| 70 | 1.0000 | 0.0246 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2807 | 0.0021 | 2.4920 |
| 71 | 1.0000 | 0.0287 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2956 | 0.0020 | 3.4831 |
| 72 | 1.0000 | 0.0584 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2896 | 0.0018 | 2.4542 |
| 73 | 1.0000 | 0.0387 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2863 | 0.0017 | 2.4784 |
| 74 | 1.0000 | 0.0431 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2889 | 0.0016 | 2.4797 |
| 75 | 1.0000 | 0.0414 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2853 | 0.0015 | 3.4934 |
| 76 | 1.0000 | 0.0648 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2858 | 0.0014 | 2.4806 |
| 77 | 1.0000 | 0.0399 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2924 | 0.0013 | 2.4763 |
| 78 | 1.0000 | 0.0422 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2881 | 0.0012 | 2.5061 |
| 79 | 1.0000 | 0.0451 | 0.5312 | 0.5312 | 2.2809 | 0.0011 | 3.0655 |
| 80 | 1.0000 | 0.0434 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2716 | 0.0010 | 2.4625 |
| 81 | 1.0000 | 0.0477 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2602 | 0.0009 | 2.4580 |
| 82 | 1.0000 | 0.0500 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2492 | 0.0008 | 3.0217 |
| 83 | 1.0000 | 0.0410 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2415 | 0.0007 | 2.5778 |
| 84 | 1.0000 | 0.0538 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2373 | 0.0006 | 2.4521 |
| 85 | 1.0000 | 0.0350 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2362 | 0.0006 | 2.4517 |
| 86 | 1.0000 | 0.0498 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2376 | 0.0005 | 3.4303 |
| 87 | 1.0000 | 0.0407 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2392 | 0.0004 | 2.4569 |
| 88 | 1.0000 | 0.0561 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2383 | 0.0004 | 2.4892 |
| 89 | 1.0000 | 0.0394 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2358 | 0.0003 | 2.4598 |
| 90 | 1.0000 | 0.0276 | 0.5417 | 0.5417 | 2.2342 | 0.0002 | 3.4656 |
| 91 | 1.0000 | 0.0494 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2326 | 0.0002 | 2.4810 |
| 92 | 1.0000 | 0.0500 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2313 | 0.0002 | 2.4589 |
| 93 | 1.0000 | 0.0428 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2305 | 0.0001 | 2.4743 |
| 94 | 1.0000 | 0.0773 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2302 | 0.0001 | 3.1878 |
| 95 | 1.0000 | 0.0406 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2300 | 0.0001 | 2.4679 |
| 96 | 1.0000 | 0.0428 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2295 | 0.0000 | 2.4740 |
| 97 | 1.0000 | 0.0414 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2291 | 0.0000 | 2.7985 |
| 98 | 1.0000 | 0.0384 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2289 | 0.0000 | 2.7726 |
| 99 | 1.0000 | 0.0586 | 0.5521 | 0.5521 | 2.2287 | 0.0000 | 2.4558 |

100 1.0000 0.0859 0.5521 0.5521 2.2288 0.0000 2.4678

Matriz de confusão:



3 - Configuração Pequena (F1=4, D=1, kernel=32):

Acurácia de validação: 59.38% (mais balanceado)

Acurácia no teste: 66.67% (mais balanceado)

Desempenho por classe:

Pés: 58.33% (melhorou)

Mão esquerda: 75.00% (melhorou)

Mão direita: 58.33% (similar)

Língua: 91.67% (melhorou)

Observação: Menos overfitting (89% treino vs 59% validação)

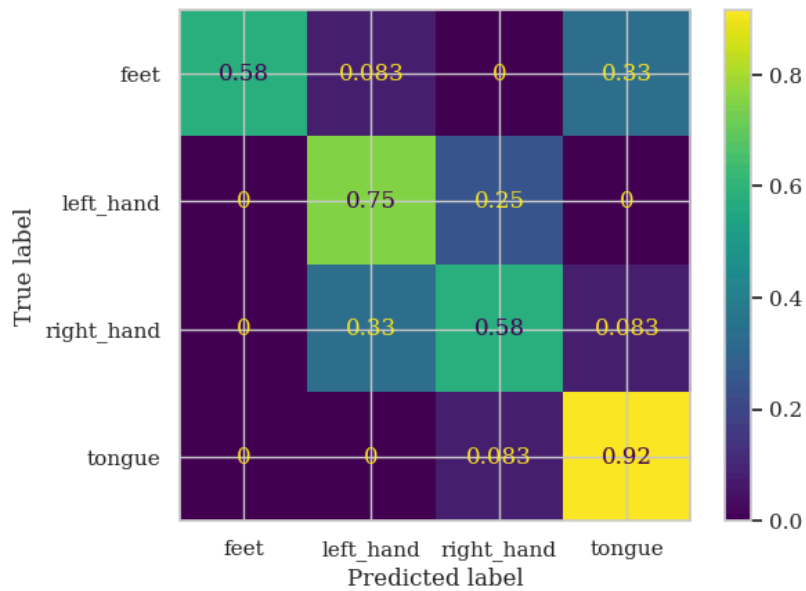
Curva de aprendizado:

| epoch | train_accuracy | train_loss | valid_acc | valid_accuracy | valid_loss | lr | dur |
|-------|----------------|------------|-----------|----------------|------------|--------|--------|
| 1 | 0.3594 | 1.4015 | 0.3646 | 0.3646 | 1.3831 | 0.0100 | 1.8143 |
| 2 | 0.3802 | 1.3502 | 0.3229 | 0.3229 | 1.3780 | 0.0100 | 1.2943 |
| 3 | 0.5000 | 1.3359 | 0.4062 | 0.4062 | 1.3630 | 0.0100 | 1.2899 |
| 4 | 0.5938 | 1.2843 | 0.3854 | 0.3854 | 1.3406 | 0.0100 | 1.2758 |
| 5 | 0.5885 | 1.2395 | 0.4167 | 0.4167 | 1.3178 | 0.0100 | 1.2973 |
| 6 | 0.5833 | 1.1787 | 0.3750 | 0.3750 | 1.3015 | 0.0099 | 1.2979 |
| 7 | 0.5052 | 1.1098 | 0.3646 | 0.3646 | 1.3250 | 0.0099 | 1.5212 |
| 8 | 0.5260 | 1.0790 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3386 | 0.0099 | 1.7759 |
| 9 | 0.6354 | 1.0680 | 0.3750 | 0.3750 | 1.2871 | 0.0098 | 1.2938 |
| 10 | 0.6875 | 1.0166 | 0.4167 | 0.4167 | 1.2486 | 0.0098 | 1.2995 |
| 11 | 0.7135 | 0.8939 | 0.4271 | 0.4271 | 1.2446 | 0.0098 | 1.3013 |
| 12 | 0.7031 | 0.9345 | 0.4479 | 0.4479 | 1.2441 | 0.0097 | 1.3148 |
| 13 | 0.7240 | 0.9249 | 0.4167 | 0.4167 | 1.2362 | 0.0096 | 1.3013 |
| 14 | 0.7344 | 0.8981 | 0.3438 | 0.3438 | 1.2374 | 0.0096 | 1.3141 |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15 | 0.6979 | 0.8550 | 0.3646 | 0.3646 | 1.2596 | 0.0095 | 1.9196 |
| 16 | 0.6719 | 0.8925 | 0.3646 | 0.3646 | 1.2793 | 0.0094 | 1.3053 |
| 17 | 0.7240 | 0.7893 | 0.3750 | 0.3750 | 1.2634 | 0.0094 | 1.2920 |
| 18 | 0.7188 | 0.8299 | 0.3958 | 0.3958 | 1.2584 | 0.0093 | 1.3073 |
| 19 | 0.7031 | 0.7985 | 0.4062 | 0.4062 | 1.2657 | 0.0092 | 1.3006 |
| 20 | 0.6927 | 0.7678 | 0.3958 | 0.3958 | 1.2816 | 0.0091 | 1.2879 |
| 21 | 0.6458 | 0.7325 | 0.3750 | 0.3750 | 1.3536 | 0.0090 | 1.2932 |
| 22 | 0.4792 | 0.8153 | 0.3125 | 0.3125 | 1.5372 | 0.0089 | 2.4229 |
| 23 | 0.5677 | 0.7250 | 0.3229 | 0.3229 | 1.4254 | 0.0088 | 1.3091 |
| 24 | 0.5833 | 0.7096 | 0.3229 | 0.3229 | 1.4203 | 0.0087 | 1.3000 |
| 25 | 0.6198 | 0.7682 | 0.3542 | 0.3542 | 1.3692 | 0.0086 | 1.3099 |
| 26 | 0.5312 | 0.7154 | 0.3438 | 0.3438 | 1.5190 | 0.0085 | 1.2887 |
| 27 | 0.5573 | 0.6818 | 0.3854 | 0.3854 | 1.5429 | 0.0084 | 1.6236 |
| 28 | 0.6615 | 0.6769 | 0.4167 | 0.4167 | 1.3271 | 0.0083 | 1.3062 |
| 29 | 0.8333 | 0.6933 | 0.4583 | 0.4583 | 1.1504 | 0.0082 | 1.9279 |
| 30 | 0.8802 | 0.6032 | 0.5208 | 0.5208 | 1.1358 | 0.0080 | 1.3561 |
| 31 | 0.8646 | 0.6281 | 0.5208 | 0.5208 | 1.1188 | 0.0079 | 1.3095 |
| 32 | 0.8281 | 0.6375 | 0.5000 | 0.5000 | 1.1208 | 0.0078 | 1.2940 |
| 33 | 0.8802 | 0.6726 | 0.5938 | 0.5938 | 1.0938 | 0.0076 | 1.3132 |
| 34 | 0.9115 | 0.6263 | 0.6354 | 0.6354 | 1.1068 | 0.0075 | 1.3004 |
| 35 | 0.9062 | 0.5518 | 0.6250 | 0.6250 | 1.1043 | 0.0074 | 1.3099 |
| 36 | 0.9010 | 0.6163 | 0.5938 | 0.5938 | 1.0621 | 0.0072 | 1.7999 |
| 37 | 0.8906 | 0.5375 | 0.5938 | 0.5938 | 1.0113 | 0.0071 | 1.5068 |
| 38 | 0.9062 | 0.5096 | 0.6042 | 0.6042 | 0.9750 | 0.0069 | 1.2940 |
| 39 | 0.8802 | 0.4805 | 0.5521 | 0.5521 | 1.0448 | 0.0068 | 1.3195 |
| 40 | 0.8125 | 0.5476 | 0.5104 | 0.5104 | 1.1950 | 0.0066 | 1.3077 |
| 41 | 0.7656 | 0.4606 | 0.4896 | 0.4896 | 1.2991 | 0.0065 | 1.3135 |
| 42 | 0.7344 | 0.5733 | 0.4792 | 0.4792 | 1.3520 | 0.0063 | 1.3271 |
| 43 | 0.6979 | 0.4863 | 0.4583 | 0.4583 | 1.4369 | 0.0062 | 1.6382 |
| 44 | 0.6823 | 0.4907 | 0.4271 | 0.4271 | 1.4933 | 0.0060 | 1.6550 |
| 45 | 0.6979 | 0.4355 | 0.4479 | 0.4479 | 1.4892 | 0.0059 | 1.3322 |
| 46 | 0.7083 | 0.4745 | 0.4688 | 0.4688 | 1.4296 | 0.0057 | 1.8336 |
| 47 | 0.7083 | 0.4400 | 0.4688 | 0.4688 | 1.3753 | 0.0056 | 1.3394 |
| 48 | 0.6719 | 0.4937 | 0.4896 | 0.4896 | 1.3635 | 0.0054 | 1.3290 |
| 49 | 0.6146 | 0.4193 | 0.4583 | 0.4583 | 1.4785 | 0.0052 | 1.3380 |
| 50 | 0.6094 | 0.4536 | 0.4375 | 0.4375 | 1.5767 | 0.0051 | 1.7958 |
| 51 | 0.5677 | 0.3804 | 0.4167 | 0.4167 | 1.7792 | 0.0049 | 1.5208 |
| 52 | 0.5260 | 0.4947 | 0.3750 | 0.3750 | 1.9212 | 0.0048 | 1.3251 |
| 53 | 0.5000 | 0.3695 | 0.3646 | 0.3646 | 2.0161 | 0.0046 | 1.3268 |
| 54 | 0.4844 | 0.3992 | 0.3542 | 0.3542 | 2.0820 | 0.0044 | 1.3191 |
| 55 | 0.4896 | 0.4331 | 0.3438 | 0.3438 | 2.0944 | 0.0043 | 1.3237 |
| 56 | 0.4948 | 0.3787 | 0.3542 | 0.3542 | 2.0867 | 0.0041 | 1.3250 |
| 57 | 0.5521 | 0.4633 | 0.3958 | 0.3958 | 1.9640 | 0.0040 | 1.6819 |
| 58 | 0.6146 | 0.3864 | 0.4167 | 0.4167 | 1.8026 | 0.0038 | 1.6512 |
| 59 | 0.6354 | 0.4145 | 0.4583 | 0.4583 | 1.6775 | 0.0037 | 1.3149 |
| 60 | 0.6927 | 0.3542 | 0.4792 | 0.4792 | 1.5158 | 0.0035 | 1.3378 |
| 61 | 0.7083 | 0.3588 | 0.5000 | 0.5000 | 1.4624 | 0.0034 | 1.3172 |
| 62 | 0.6927 | 0.3515 | 0.5104 | 0.5104 | 1.4556 | 0.0032 | 1.3305 |
| 63 | 0.6719 | 0.3774 | 0.4896 | 0.4896 | 1.5246 | 0.0031 | 1.3315 |
| 64 | 0.6667 | 0.3376 | 0.4792 | 0.4792 | 1.5523 | 0.0029 | 1.5665 |
| 65 | 0.6823 | 0.3332 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5294 | 0.0028 | 1.7498 |
| 66 | 0.6771 | 0.4191 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5442 | 0.0026 | 1.3181 |
| 67 | 0.6875 | 0.3290 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5247 | 0.0025 | 1.3235 |
| 68 | 0.7135 | 0.3583 | 0.4688 | 0.4688 | 1.4699 | 0.0024 | 1.3388 |
| 69 | 0.7240 | 0.3215 | 0.4583 | 0.4583 | 1.4683 | 0.0022 | 1.3376 |

| | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 70 | 0.7188 | 0.3760 | 0.4583 | 0.4583 | 1.4819 | 0.0021 | 1.3148 |
| 71 | 0.6979 | 0.3543 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5420 | 0.0020 | 1.4864 |
| 72 | 0.6979 | 0.3051 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5829 | 0.0018 | 1.8412 |
| 73 | 0.7083 | 0.3676 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5953 | 0.0017 | 1.3406 |
| 74 | 0.6875 | 0.3224 | 0.4583 | 0.4583 | 1.6068 | 0.0016 | 1.3290 |
| 75 | 0.6927 | 0.3330 | 0.4583 | 0.4583 | 1.5983 | 0.0015 | 1.3221 |
| 76 | 0.7083 | 0.3234 | 0.4896 | 0.4896 | 1.5639 | 0.0014 | 1.3384 |
| 77 | 0.7135 | 0.3203 | 0.4896 | 0.4896 | 1.5039 | 0.0013 | 1.3226 |
| 78 | 0.7396 | 0.2809 | 0.4896 | 0.4896 | 1.4199 | 0.0012 | 1.4105 |
| 79 | 0.7708 | 0.3771 | 0.5000 | 0.5000 | 1.3386 | 0.0011 | 1.9095 |
| 80 | 0.8073 | 0.2985 | 0.5208 | 0.5208 | 1.2774 | 0.0010 | 1.3296 |
| 81 | 0.8073 | 0.3582 | 0.5312 | 0.5312 | 1.2368 | 0.0009 | 1.3134 |
| 82 | 0.8281 | 0.3106 | 0.5312 | 0.5312 | 1.2163 | 0.0008 | 1.3339 |
| 83 | 0.8177 | 0.3112 | 0.5312 | 0.5312 | 1.2078 | 0.0007 | 1.3138 |
| 84 | 0.8229 | 0.3407 | 0.5312 | 0.5312 | 1.2084 | 0.0006 | 1.3217 |
| 85 | 0.8177 | 0.2780 | 0.5417 | 0.5417 | 1.2129 | 0.0006 | 1.3343 |
| 86 | 0.8177 | 0.2719 | 0.5417 | 0.5417 | 1.2024 | 0.0005 | 1.9555 |
| 87 | 0.8229 | 0.3841 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1959 | 0.0004 | 1.3232 |
| 88 | 0.8385 | 0.3086 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1826 | 0.0004 | 1.3138 |
| 89 | 0.8438 | 0.3090 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1704 | 0.0003 | 1.3364 |
| 90 | 0.8438 | 0.3686 | 0.5417 | 0.5417 | 1.1576 | 0.0002 | 1.3125 |
| 91 | 0.8490 | 0.2729 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1456 | 0.0002 | 1.3242 |
| 92 | 0.8490 | 0.3153 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1309 | 0.0002 | 1.3133 |
| 93 | 0.8542 | 0.2973 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1165 | 0.0001 | 1.9100 |
| 94 | 0.8646 | 0.3365 | 0.5521 | 0.5521 | 1.1014 | 0.0001 | 1.4081 |
| 95 | 0.8750 | 0.2431 | 0.5625 | 0.5625 | 1.0849 | 0.0001 | 1.3170 |
| 96 | 0.8802 | 0.3158 | 0.5729 | 0.5729 | 1.0691 | 0.0000 | 1.3354 |
| 97 | 0.8854 | 0.2521 | 0.5729 | 0.5729 | 1.0537 | 0.0000 | 1.3265 |
| 98 | 0.8854 | 0.3490 | 0.5729 | 0.5729 | 1.0393 | 0.0000 | 1.3588 |
| 99 | 0.8854 | 0.3480 | 0.5729 | 0.5729 | 1.0256 | 0.0000 | 1.3235 |
| 100 | 0.8906 | 0.2642 | 0.5938 | 0.5938 | 1.0118 | 0.0000 | 1.8353 |

Matriz de confusão:



Principais Conclusões:

A configuração menor (F1=4, kernel=32) mostrou-se mais eficaz, especialmente para movimentos de pés que eram problemáticos nas outras versões. O modelo maior (F1=16) apresentou overfitting significativo, enquanto a versão padrão teve desempenho intermediário.

O tamanho menor do kernel (32 amostras) parece capturar melhor os padrões temporais característicos dos movimentos de pés. Já para língua, todas as configurações tiveram bom desempenho, sugerindo que este movimento gera padrões EEG mais distintos.

Esses resultados demonstram como a escolha de hiperparâmetros pode impactar significativamente o desempenho em tarefas de classificação de sinais EEG, especialmente quando se trabalha com abordagem intra-sujeito.

[Questão 2 - (B)]

A melhor configuração para o participante 7 foi a configuração pequena (F1=4, D=1, kernel_length=32). Sendo assim, o mesmo teste foi aplicado ao participante 3 para comparação.

Configuração Pequena (F1=4, D=1, kernel=32):

Acurácia de validação: 81.25% (melhorou)

Acurácia no teste: 81.60% (melhorou)

Desempenho por classe:

Pés: 83.33% (melhorou)

Mão esquerda: 58.33% (melhorou)

Mão direita: 100.00% (melhora drástica)

Língua: 91.67% (manteve)

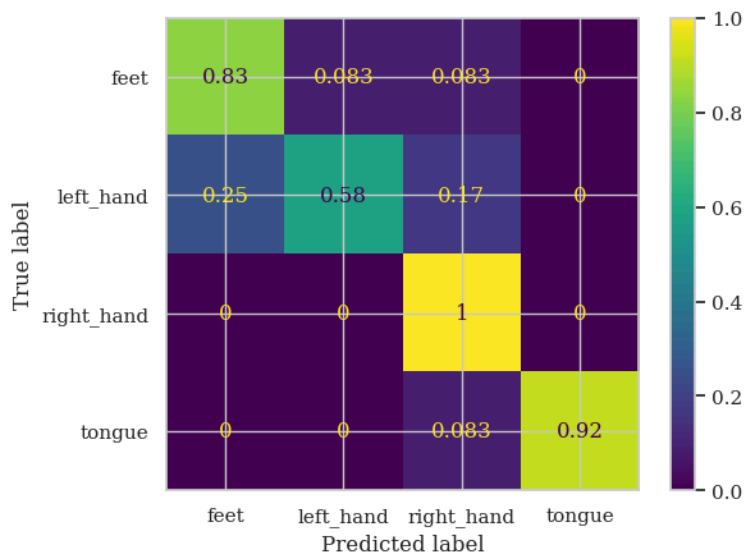
Curva de aprendizado:

| epoch | train_accuracy | train_loss | valid_acc | valid_accuracy | valid_loss | lr | dur |
|-------|----------------|------------|-----------|----------------|------------|--------|--------|
| 1 | 0.3594 | 1.3860 | 0.2708 | 0.2708 | 1.3742 | 0.0100 | 1.6353 |
| 2 | 0.5312 | 1.3233 | 0.3750 | 0.3750 | 1.3494 | 0.0100 | 1.0604 |
| 3 | 0.4375 | 1.2159 | 0.3229 | 0.3229 | 1.3181 | 0.0100 | 1.0549 |
| 4 | 0.3958 | 1.0958 | 0.3333 | 0.3333 | 1.3533 | 0.0100 | 1.0618 |
| 5 | 0.4010 | 1.0213 | 0.3021 | 0.3021 | 1.4735 | 0.0100 | 1.0643 |
| 6 | 0.3750 | 0.9408 | 0.3021 | 0.3021 | 1.7872 | 0.0099 | 1.0655 |
| 7 | 0.3646 | 0.8781 | 0.3021 | 0.3021 | 2.2707 | 0.0099 | 1.0653 |
| 8 | 0.3906 | 0.8681 | 0.3021 | 0.3021 | 2.4494 | 0.0099 | 1.0664 |
| 9 | 0.4167 | 0.8715 | 0.3125 | 0.3125 | 2.2948 | 0.0098 | 1.3591 |
| 10 | 0.4531 | 0.8186 | 0.3333 | 0.3333 | 2.1842 | 0.0098 | 1.5515 |
| 11 | 0.4271 | 0.7283 | 0.3021 | 0.3021 | 2.5177 | 0.0098 | 1.0448 |
| 12 | 0.3906 | 0.7016 | 0.3021 | 0.3021 | 2.9620 | 0.0097 | 1.0647 |
| 13 | 0.3698 | 0.7487 | 0.2917 | 0.2917 | 3.7104 | 0.0096 | 1.1419 |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 14 | 0.3542 | 0.7461 | 0.2917 | 0.2917 | 4.1879 | 0.0096 | 1.0697 |
| 15 | 0.4167 | 0.7524 | 0.3021 | 0.3021 | 3.4297 | 0.0095 | 1.0680 |
| 16 | 0.5469 | 0.6406 | 0.3438 | 0.3438 | 2.2433 | 0.0094 | 1.0739 |
| 17 | 0.6458 | 0.6111 | 0.4792 | 0.4792 | 1.4663 | 0.0094 | 1.1107 |
| 18 | 0.7188 | 0.5679 | 0.5729 | 0.5729 | 1.1716 | 0.0093 | 1.4304 |
| 19 | 0.7708 | 0.6152 | 0.6042 | 0.6042 | 1.0989 | 0.0092 | 1.4514 |
| 20 | 0.7760 | 0.6172 | 0.6354 | 0.6354 | 1.1718 | 0.0091 | 1.0706 |
| 21 | 0.7396 | 0.5323 | 0.5938 | 0.5938 | 1.5223 | 0.0090 | 1.0675 |
| 22 | 0.6979 | 0.4919 | 0.5521 | 0.5521 | 1.9369 | 0.0089 | 1.0789 |
| 23 | 0.6771 | 0.4423 | 0.5312 | 0.5312 | 2.1493 | 0.0088 | 1.1306 |
| 24 | 0.6615 | 0.4639 | 0.5625 | 0.5625 | 2.1979 | 0.0087 | 1.0622 |
| 25 | 0.7135 | 0.4827 | 0.5729 | 0.5729 | 2.0567 | 0.0086 | 1.0491 |
| 26 | 0.7448 | 0.3837 | 0.5833 | 0.5833 | 1.9304 | 0.0085 | 1.0680 |
| 27 | 0.7656 | 0.4256 | 0.6146 | 0.6146 | 1.8354 | 0.0084 | 1.4975 |
| 28 | 0.7552 | 0.3461 | 0.6354 | 0.6354 | 2.0384 | 0.0083 | 1.4136 |
| 29 | 0.7656 | 0.3857 | 0.6042 | 0.6042 | 2.0161 | 0.0082 | 1.0705 |
| 30 | 0.8125 | 0.4605 | 0.6354 | 0.6354 | 1.6075 | 0.0080 | 1.1094 |
| 31 | 0.8281 | 0.2951 | 0.6250 | 0.6250 | 1.5299 | 0.0079 | 1.0743 |
| 32 | 0.8073 | 0.3813 | 0.5938 | 0.5938 | 1.7880 | 0.0078 | 1.1034 |
| 33 | 0.8021 | 0.3011 | 0.6146 | 0.6146 | 2.0448 | 0.0076 | 1.0584 |
| 34 | 0.7604 | 0.2702 | 0.5833 | 0.5833 | 2.4334 | 0.0075 | 1.1645 |
| 35 | 0.7448 | 0.3011 | 0.5729 | 0.5729 | 2.5792 | 0.0074 | 1.0640 |
| 36 | 0.7604 | 0.3577 | 0.6250 | 0.6250 | 2.3355 | 0.0072 | 1.5878 |
| 37 | 0.8229 | 0.3554 | 0.6354 | 0.6354 | 1.9158 | 0.0071 | 1.3001 |
| 38 | 0.8802 | 0.3225 | 0.6667 | 0.6667 | 1.5905 | 0.0069 | 1.0674 |
| 39 | 0.8958 | 0.2755 | 0.6875 | 0.6875 | 1.4259 | 0.0068 | 1.0733 |
| 40 | 0.9062 | 0.3164 | 0.7083 | 0.7083 | 1.3096 | 0.0066 | 1.0713 |
| 41 | 0.8802 | 0.2740 | 0.6979 | 0.6979 | 1.4988 | 0.0065 | 1.0677 |
| 42 | 0.8594 | 0.2563 | 0.6667 | 0.6667 | 1.7965 | 0.0063 | 1.0647 |
| 43 | 0.8177 | 0.2214 | 0.6458 | 0.6458 | 2.0248 | 0.0062 | 1.0746 |
| 44 | 0.8177 | 0.2618 | 0.6562 | 0.6562 | 2.1441 | 0.0060 | 1.0773 |
| 45 | 0.8125 | 0.2675 | 0.6458 | 0.6458 | 2.3245 | 0.0059 | 1.6748 |
| 46 | 0.8125 | 0.2570 | 0.6562 | 0.6562 | 2.4952 | 0.0057 | 1.2479 |
| 47 | 0.7917 | 0.2435 | 0.6354 | 0.6354 | 2.6910 | 0.0056 | 1.0681 |
| 48 | 0.7917 | 0.1906 | 0.6250 | 0.6250 | 2.7213 | 0.0054 | 1.0635 |
| 49 | 0.8438 | 0.2410 | 0.6458 | 0.6458 | 2.3894 | 0.0052 | 1.1210 |
| 50 | 0.8542 | 0.2923 | 0.6667 | 0.6667 | 2.1340 | 0.0051 | 1.0663 |
| 51 | 0.8698 | 0.2956 | 0.6875 | 0.6875 | 1.8537 | 0.0049 | 1.1361 |
| 52 | 0.9115 | 0.2518 | 0.7188 | 0.7188 | 1.5556 | 0.0048 | 1.0423 |
| 53 | 0.9427 | 0.2819 | 0.7188 | 0.7188 | 1.3262 | 0.0046 | 1.0758 |
| 54 | 0.9583 | 0.1742 | 0.7083 | 0.7083 | 1.2711 | 0.0044 | 1.5931 |
| 55 | 0.9531 | 0.1975 | 0.7083 | 0.7083 | 1.2083 | 0.0043 | 1.2139 |
| 56 | 0.9688 | 0.1642 | 0.7083 | 0.7083 | 1.1686 | 0.0041 | 1.0766 |
| 57 | 0.9635 | 0.2194 | 0.7083 | 0.7083 | 1.1364 | 0.0040 | 1.1270 |
| 58 | 0.9740 | 0.2058 | 0.7292 | 0.7292 | 1.0744 | 0.0038 | 1.0794 |
| 59 | 0.9844 | 0.1981 | 0.7396 | 0.7396 | 1.0492 | 0.0037 | 1.0594 |
| 60 | 0.9792 | 0.1872 | 0.7500 | 0.7500 | 1.0784 | 0.0035 | 1.0624 |
| 61 | 0.9792 | 0.1729 | 0.7396 | 0.7396 | 1.1739 | 0.0034 | 1.0704 |
| 62 | 0.9792 | 0.1986 | 0.7292 | 0.7292 | 1.2129 | 0.0032 | 1.2039 |
| 63 | 0.9740 | 0.1653 | 0.7292 | 0.7292 | 1.1997 | 0.0031 | 1.6973 |
| 64 | 0.9792 | 0.1870 | 0.7292 | 0.7292 | 1.1374 | 0.0029 | 1.0702 |
| 65 | 0.9792 | 0.1696 | 0.7292 | 0.7292 | 1.0784 | 0.0028 | 1.0547 |
| 66 | 0.9792 | 0.2193 | 0.7292 | 0.7292 | 1.0497 | 0.0026 | 1.0809 |
| 67 | 0.9792 | 0.2273 | 0.7292 | 0.7292 | 1.0080 | 0.0025 | 1.1202 |
| 68 | 0.9844 | 0.2120 | 0.7396 | 0.7396 | 0.9701 | 0.0024 | 1.0739 |

| | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 69 | 0.9896 | 0.1811 | 0.7500 | 0.7500 | 0.9261 | 0.0022 | 1.0755 |
| 70 | 0.9896 | 0.1502 | 0.7604 | 0.7604 | 0.9008 | 0.0021 | 1.0815 |
| 71 | 0.9896 | 0.1720 | 0.7500 | 0.7500 | 0.8954 | 0.0020 | 1.3494 |
| 72 | 0.9844 | 0.1364 | 0.7500 | 0.7500 | 0.8833 | 0.0018 | 1.5744 |
| 73 | 0.9844 | 0.1800 | 0.7396 | 0.7396 | 0.8677 | 0.0017 | 1.1505 |
| 74 | 0.9948 | 0.1870 | 0.7708 | 0.7708 | 0.8214 | 0.0016 | 1.0863 |
| 75 | 0.9948 | 0.2217 | 0.7708 | 0.7708 | 0.7935 | 0.0015 | 1.1418 |
| 76 | 0.9948 | 0.1891 | 0.7812 | 0.7812 | 0.7729 | 0.0014 | 1.1111 |
| 77 | 0.9948 | 0.2063 | 0.7812 | 0.7812 | 0.7564 | 0.0013 | 1.0524 |
| 78 | 1.0000 | 0.1877 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7449 | 0.0012 | 1.0744 |
| 79 | 1.0000 | 0.2114 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7481 | 0.0011 | 1.0692 |
| 80 | 1.0000 | 0.1593 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7519 | 0.0010 | 1.5210 |
| 81 | 1.0000 | 0.2108 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7472 | 0.0009 | 1.3825 |
| 82 | 1.0000 | 0.1302 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7310 | 0.0008 | 1.1354 |
| 83 | 1.0000 | 0.1678 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7162 | 0.0007 | 1.0665 |
| 84 | 1.0000 | 0.1380 | 0.7917 | 0.7917 | 0.7011 | 0.0006 | 1.0400 |
| 85 | 1.0000 | 0.1728 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6922 | 0.0006 | 1.0655 |
| 86 | 1.0000 | 0.1726 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6849 | 0.0005 | 1.0400 |
| 87 | 1.0000 | 0.1618 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6795 | 0.0004 | 1.0688 |
| 88 | 1.0000 | 0.1797 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6744 | 0.0004 | 1.0687 |
| 89 | 0.9948 | 0.2399 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6705 | 0.0003 | 1.6277 |
| 90 | 0.9948 | 0.0996 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6660 | 0.0002 | 1.3690 |
| 91 | 0.9948 | 0.2138 | 0.7917 | 0.7917 | 0.6618 | 0.0002 | 1.0744 |
| 92 | 0.9948 | 0.1386 | 0.8021 | 0.8021 | 0.6570 | 0.0002 | 1.0704 |
| 93 | 0.9948 | 0.1606 | 0.8021 | 0.8021 | 0.6528 | 0.0001 | 1.0920 |
| 94 | 1.0000 | 0.2041 | 0.8021 | 0.8021 | 0.6490 | 0.0001 | 1.0701 |
| 95 | 1.0000 | 0.1426 | 0.8021 | 0.8021 | 0.6456 | 0.0001 | 1.0612 |
| 96 | 1.0000 | 0.1622 | 0.8021 | 0.8021 | 0.6424 | 0.0000 | 1.0793 |
| 97 | 1.0000 | 0.1609 | 0.8125 | 0.8125 | 0.6393 | 0.0000 | 1.1120 |
| 98 | 1.0000 | 0.1418 | 0.8125 | 0.8125 | 0.6360 | 0.0000 | 1.6057 |
| 99 | 1.0000 | 0.1868 | 0.8125 | 0.8125 | 0.6329 | 0.0000 | 1.1992 |
| 100 | 1.0000 | 0.1621 | 0.8125 | 0.8125 | 0.6301 | 0.0000 | 1.0624 |

Matriz de confusão:



Análise Comparativa dos Resultados entre Sujeitos:

Ao compararmos os desempenhos do classificador EEGNet entre os dois sujeitos, utilizando a mesma configuração otimizada ($F1=4$, $D=1$, $\text{kernel_length}=32$), observamos diferenças significativas. O Sujeito 3 alcançou uma acurácia geral de 81.60% no conjunto de teste, enquanto o Sujeito 7 obteve 66.67%, indicando que o primeiro teve um desempenho 22% superior. Essa superioridade foi especialmente marcante na classificação da mão direita, onde o Sujeito 3 atingiu 100% de acerto, enquanto o Sujeito 7 apresentou resultados mais modestos para as mãos (58.33% para a direita e 75% para a esquerda).

Ambos os sujeitos compartilharam padrões similares em relação às classes mais fáceis e difíceis. A língua foi a classe mais fácil para ambos, com acurácia acima de 91%, refletindo a maior distinção dos padrões EEG associados a esse movimento. Por outro lado, as tarefas envolvendo as mãos foram as mais desafiadoras para os dois sujeitos, com acurácias em torno de 58-75%, o que era esperado devido à similaridade dos sinais EEG gerados pelos movimentos contralaterais no córtex motor.

A diferença no desempenho geral entre os sujeitos pode ser atribuída a vários fatores intrínsecos à variabilidade inter-individual em experimentos de EEG. O Sujeito 3 provavelmente apresentou padrões neurais mais claros durante a imagética motora, além de possivelmente ter menos artefatos nos dados (como movimentos oculares ou tensionamento muscular). Já o Sujeito 7, embora tenha mantido um bom desempenho na classificação da língua, mostrou que a configuração hiperparamétrica otimizada para um usuário não necessariamente se transfere de forma ideal para outro. Isso reforça a importância de ajustes personalizados em sistemas de Interface Cérebro-Computador (BCI), especialmente quando a abordagem é intra-sujeito.

Em resumo, enquanto o Sujeito 3 demonstrou um desempenho excepcional, particularmente para movimentos de pés (83.33%) e mão direita (100%), o Sujeito 7 teve resultados mais equilibrados, mas com dificuldades persistentes na distinção entre as mãos. Esses resultados destacam não apenas a eficácia da configuração escolhida, mas também os desafios inerentes à classificação de sinais EEG em diferentes indivíduos, onde fatores como anatomia cerebral, estratégias cognitivas durante a tarefa e qualidade da captação dos sinais desempenham papéis cruciais. Para melhorar o desempenho em usuários como o Sujeito 7, estratégias como aumento de dados, ajuste fino de hiperparâmetros específicos ou inclusão de técnicas de regularização podem ser exploradas.