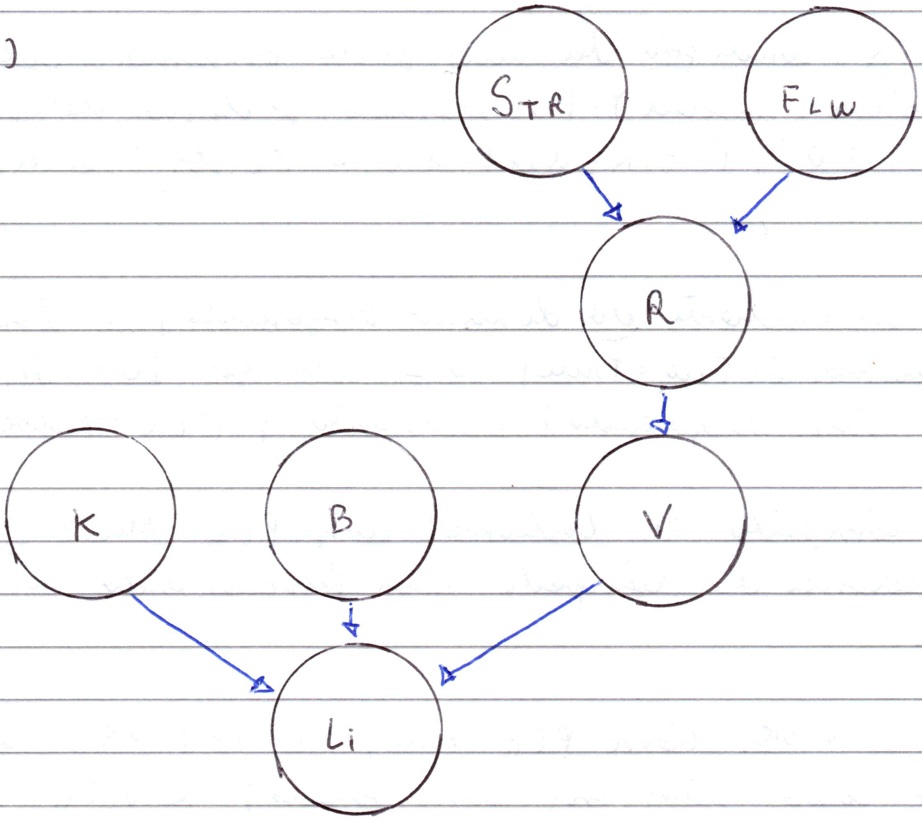
Aluna: Giulia Lima Duarte - 22152030
Inteligência Artificial - IEC034: 2025/1
2º Trabalho: Raciocínio probabilístico

1. a)



Rede bayesiana (grafo de causalidade) conectando as variáveis Str, Flw, R, V, B, K e Li, conforme o enunciado. Os nós representam essas variáveis aleatórias, e as setas indicam relações de dependência causal (ou seja, uma seta de X para Y significa que X influencia probabilisticamente Y). Observa-se, por exemplo, que Str (condição da rua) e Flw (volante do dínamo desgastado) são causas diretas de R (dínamo deslizante); R, por sua vez, afeta V (tensão gerada pelo dínamo). Finalmente, a variável Li (luz ligada) depende de V e também dos fatores B (lâmpada funcionando) e K (cabo em ordem).

b) As tabelas de probabilidades condicionais (CPTs) para cada variável da rede são apresentadas a seguir, com valores plausíveis atribuídos:

• P(STR): STR (condição da rua) pode assumir os valores {dry, wet, snow_covered}. Por exemplo, podemos definir P(STR = dry) = 0.7, P(STR = wet) = 0.2 e P(STR = snow_covered) = 0.1.

• P(Flw): Flw (volante do dínamo desgastado) é booleana (T/F). Atribuímos P(Flw = True) = 0.1 (ou seja, 10% de chance de volante estar desgastado) e portanto P = (Flw = false) = 0.9.

• P(B): B (lâmpada OK, booleana) com P(B = true) = 0.9 (90% de chance da lâmpada estar funcionando) e P(B = false) = 0.1.

• P(K): K (cabo OK) com P(K = true) = 0.99 (99% de chance do cabo estar em bom estado) e P(K = false) = 0.1.

• P(R | Str, Flw): a probabilidade de o dínamo estar deslizando (R = true) depende de Str e Flw. A tabela abaixo representa P(R = true) para cada combinação de condição de rua e estado volante:

(próxima página)

• P(V | R): a tensão gerada pelo dínamo (V) depende apenas de R. Definimos P(V = true | R = false) = 0.99 (se o dínamo estiver deslizando, apenas 20% de chance de gerar tensão adequada). Em consequência, P(V = false | R = false) = 0.01 e P(V = false | R = true) = 0.8.

• P (Li | V, B, K) : a luz estar acesa (Li = true) depende se houver tensão e de os componentes estarem OK. Se V = true, B = true, K = true, então P(Li = true) ≈ 0.999 (praticamente certeza da luz acender). Em qualquer outro caso (isto é, pelo menos uma dessas condições for false), tomamos P (Li = true) = 0 (a luz não acende). Assim, a probabilidade de Li = false nesses casos é aproximadamente 1.

Tabela:

STR (rua)	Flw (volante	P(R = true)	P (R = false)
dry	false	0.01	0.99
dry	true	0.05	0.95
Wet	false	0.10	0.90
Wet	true	0.30	0.70
snow-covered	false	0.50	0.50
snow-covered	true	0.90	0.10

c) Os valores acima foram escolhidos para serem plausíveis dentro do contexto. Por exemplo, STR é mais frequentemente dry (seca) do que wet (molhada) ou snow-covered (nevada), por isso atribuímos maior probabilidade para STR = dry. A chance do volante dínamo estar desgastado (Flw = true) foi fixada em 0.1 (10 %), assumindo que o desgaste completo é incomum. Também supondo que a lâmpada e o cabo geralmente estão em boas condições, daí P(B = true) = 0.9 e P(K = true) = 0.99 (valores altos refletindo componentes normalmente OK).

Na CPT de R, observa-se que condições adversas da rua e desgaste do volante aumentam bastante a chance do dínamo deslizar. Por exemplo, sob STR = snow-covered e flw = True, definimos $P(R=true) = 0.90$, indicando que em uma rua coberta de neve com volante desgastado há 90% de probabilidade do dínamo patinar; já com $Str = dry$ e $Flw = false$, $P(R=true)$ é apenas 0.01 (praticamente zero), representando uma rua seca com equipamento em bom estado (raramente haverá deslizamento do dínamo). Esses valores respeitam os vínculos de independência dados no enunciado: repare que Str, Flw, B e K são independentes entre si a priori (nenhum deles é pai de outro na rede). Além disso, R não possui pais B ou K, e V tem apenas R como pai - assim garantido independencia entre (R,B), (R,K), (V,B) e (V,K). Os nós Str e Flw não influenciam diretamente V (somente via R), satisfazendo $P(V|R, Str) = P(V|R)$ e $P(V|R, Flw) = P(V|R)$. Por fim, Li depende de V, B e K, mas não diretamente de R ou Str, refletindo $P(Li|V,R) = P(Li|V)$ - isto é, dado que sabemos a tensão V, informações adicionais sobre R ou Str não mudam a probabilidade da luz acesa.

d) Não há uma aresta direta de STR para Li na rede porque a influência de Str sobre Li é totalmente indireta. Em outras palavras, Str afeta R, que afeta V, e V (junto com B e K) afeta Li. Uma vez conhecida a condição de V (se há tensão ou não), a condição da rua STR não altera a probabilidade de Li estar ligada. Assim, Str e Li são independentes condicionais dado V (e dado B e K); conforme discutido acima, incluir uma ligação direta STR → Li violaria essas independencias, introduzindo uma dependencia espúria entre a rua e a luz. Além do mais, faz sentido fisicamente: a condição da rua não acende nem apaga a luz do farol diretamente - ela impacta apenas o atrito do dínamo (isto é, influencia R e V), sendo esse o único caminho pelo qual STR pode afetar Li.

2) Para calcular $P(V = true \mid Str = snow-covered)$, utiliza-se a regra da probabilidade total, somando as contribuições dos casos em que o volante está ou não desgastado (Flw):

1. Caso Flw = True (volante desgastado)
 - $P(Flw = true) = 0.1$.
 - Dado Str = snow-covered, a probabilidade do dínamo deslizar é $P(R = true \mid snow\text{-}covered, Flw = true) = 0.90$ (logo $P(R = false \mid snow\text{-}covered, Flw = true) = 0.10$.)
 - Se R = true, então $P(V = true \mid R = True) = 0.2$; se R = false, $P(V = true \mid R = false) = 0.99$.
 - Combinando esses fatores: $P(V = true \text{ e } Flw = true \mid Str = snow\text{-}covered) = 0.1 \times [0.90 \times 0.2 + 0.10 \times 0.99] \approx 0.0279$.

2. Caso Flw = false (volante não desgastado)
 - $P(Flw = false) = 0.9$.
 - Com Str = snow-covered, $P(R = true \mid snow\text{-}covered, Flw = false) = 0.50$ (logo $P(R = false \mid snow\text{-}covered, Flw = false) = 0.50$).
 - Se R = true, $P(V = true \mid R = true) = 0.2$; se R = false, $P(V = true \mid R = false) = 0.99$.
 - Probabilidade conjunta nesse caso: $P(V = true \text{ e } Flw = false \mid Str = snow\text{-}covered) = 0.9 \times [0.50 \times 0.2 + 0.50 \times 0.99] \approx 0.5355$.

3. Soma dos casos: somando as contribuições dos dois cenários acima, obtemos: $P(V = true \mid Str = snow\text{-}covered) \approx 0.5634$, aproximadamente. Em termos percentuais, isso equivale a cerca de 56,3% de chance de haver tensão (V) dado que a rua está coberta de neve.