

UMA MÉTRICA GRÁFICA PARA AVALIAÇÃO HOLÍSTICA DA VERDURA DE REACÇÕES LABORATORIAIS – “ESTRELA VERDE”

M. Gabriela T. C. Ribeiro\*

REQUIMTE, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 687, Porto 4169-007, Portugal

Dominique A. Costa e Adélio A. S. C. Machado

Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 687, Porto 4169-007, Portugal

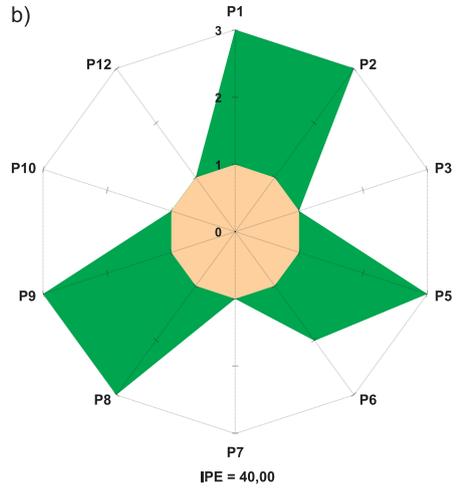
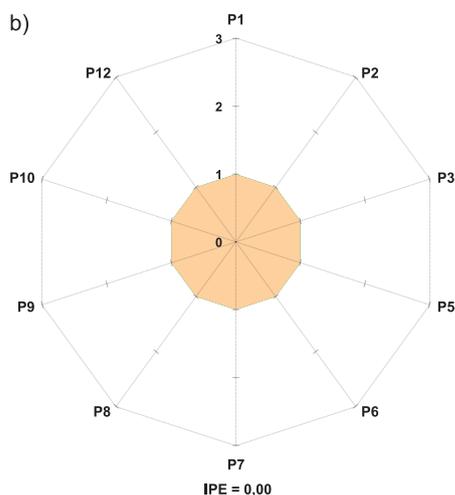
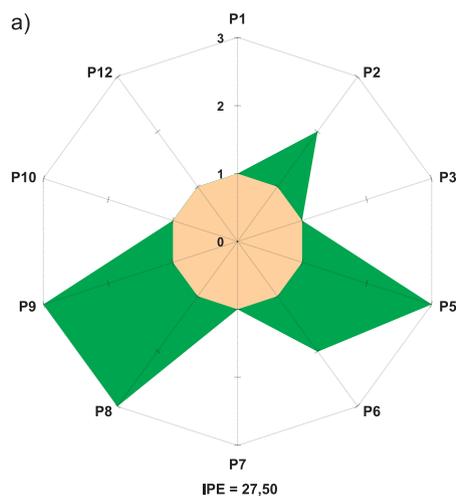
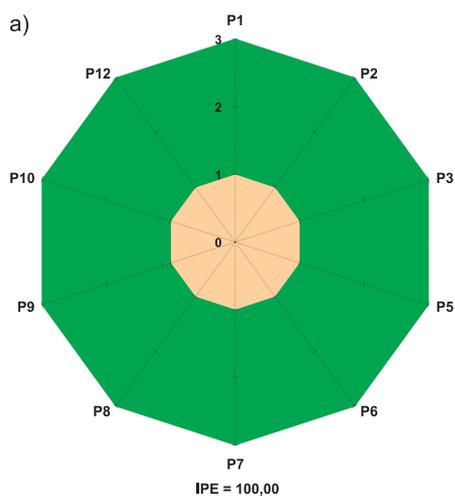


Figura 1S. a - Estrela de verdura máxima; b - estrela de verdura nula

Figura 2S. a - EV para a síntese do sulfato de tetra-aminocobre(II) monohidratado (grande excesso de amoníaco); b - EV para a síntese do sulfato de tetra-aminocobre(II) monohidratado (proporção quase estequiométrica)

\*e-mail: gribeiro@fc.up.pt

**Tabela 1S.** Riscos envolvidos na síntese do sulfato de tetra-aminocobre(II) monoidratado

Reagentes	Símbolos	Pontuação de riscos para a saúde	Pontuação de riscos para o ambiente	Pontuação de riscos de acidente
Reagentes estequiométricos				
Solução de amoníaco	C, N	3	3	3
Sulfato de cobre pentaidratado	Xn, N	2	3	2
Solventes				
Água	-	1	1	1
Etanol	F	1	1	3
Produto				
Sulfato de tetraaminocobre(II) monoidratado	Xi	2	1	2
Resíduos				
Etanol	F	1	1	3
Amoníaco (aq)	C, N	3	3	3

**Tabela 2S.** Componentes e pontuações para construir a Estrela Verde com base nos símbolos de risco

PRINCÍPIOS	Pontuação grande excesso de amoníaco	Justificação	Pontuação quase estequiométrica	Justificação
P1 – Prevenção	1	Amoníaco (N) nos resíduos	3	Não se considera amoníaco (N) nos resíduos, condições quase estequiométricas
P2- Economia atômica	2	Grande excesso de amoníaco e sem coprodutos	3	Excesso de amoníaco <10% e sem coprodutos
P3 – Sínteses menos perigosas	1	Sulfato de cobre (N), amoníaco (N, C)	1	Sulfato de cobre (N), amoníaco (N, C)
P5 – Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras	3	Etanol sem indicação de riscos para a saúde e ambiente	3	Etanol sem indicação de riscos para a saúde e ambiente
P6 – Planificação para conseguir eficácia energética	2	Arrefecimento a 0°C	2	Arrefecimento a 0°C
P7 – Uso de matérias primas renováveis	1	Nenhuma das substâncias envolvidas é renovável	1	Nenhuma das substâncias envolvidas é renovável
P8 – Redução de derivatizações	3	Sem derivatizações	3	Sem derivatizações
P9 – Catalizadores	3	Sem calizadores	3	Sem calizadores
P10 – Planificação para a degradação	1	Pelo menos uma das substâncias envolvidas não é degradável nem pode ser tratada para a sua degradação em produtos inócuos	1	Pelo menos uma das substâncias envolvidas não é degradável nem pode ser tratada para a sua degradação em produtos inócuos
P12 – Química inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes	1	Etanol (F), amoníaco(C)	1	Etanol (F), amoníaco(C)