Análise do perfil de resistência a antimicrobianos e a metais pesados

em isolados bacterianos oriundos de processo de compostagem

Évelin Regina Panizzutti[1*], Sueli Teresinha Van Der Sand[2]

1. Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

2. Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*E-mail: evy_panizzutti@hotmail.com

Julho/2014

RESUMO:

Com aumento das concentrações urbanas sem planejamento, a produção de resíduos domiciliares e industriais gera uma problemática quanto ao destino desse resíduo. Uma alternativa viável é o processo de compostagem, onde esta matéria é degradada por microrganismos, e convertida em adubo. No entanto, para garantir a qualidade desse composto, deve ser realizado o monitoramento de vários fatores durante o processo da compostagem. Microrganismos presentes na decomposição podem gerar riscos a saúde pública, principalmente quando apresentam perfil de resistência. O objetivo do trabalho foi avaliar o padrão de resistência a antimicrobianos e a metais pesados em bactérias isoladas ao longo de um processo de compostagem. Foram analisados 17 isolados bacterianos oriundos do processo de compostagem quanto ao perfil de resistência a 14 antimicrobianos e dois metais pesados. Os antimicrobianos com melhor desempenho no controle dos microrganismos foram a gentamicina e o imipenen, cujos 17 isolados foram sensíveis. Os menos eficazes foram a ampicilina, amoxicilina + ácido clavulônico, cefalotina e cefoxitina, sendo que a estes, todas as bactérias foram resistentes. Os metais utilizados foram cloreto de níquel hexahidratado e sulfato de cobre pentahidratado sendo que apenas o segundo apresentou caráter antimicrobiano relevante.

Palavras-chave: compostagem, resistência, antimicrobianos, metal pesado.

ABSTRACT:

With increasing of urban concentrations without planning, the production of household and industrial garbage generates a troubled about the fate of all this waste. A viable alternative is the composting process, along with microorganisms degrade the organic matter and convert it into fertilizer. To make sure of the quality, many factors must be monitored during this process. Microorganisms involved in the decomposition may generate

risks to public health, particularly those that presents resistance profile. The objective of this study is to evaluate the pattern of antimicrobial and heavy metals resistance in bacterial isolates from the composting process. 17 bacterial isolates from the composting process were tested, using 14 antimicrobial agents and 2 heavy metals. The best antimicrobial performance were gentamicin and imipenem, whose 17 isolates were sensitive. The least effective were ampicillin, amoxicillin-clavulonic acid, cephalothin and cefoxiti. All isolates showed resistance to those antimicrobial substances. The metals uses were chloride hexahydrate nickel and copper sulfate pentahydrate witch only only the second one showed significant antimicrobial character.

INTRODUÇÃO:

A compostagem envolve transformações de natureza bioquímica, promovidas por milhões de microrganismos presentes no próprio material, que utilizam a matéria orgânica como fonte de energia, nutrientes minerais e carbono, promovendo a mineralização de parte do material e a formação de húmus de outra parte (Dores-Silva et al., 2013). O produto dessa transformação tem aplicabilidade como insumo agrícola e corretores de solos, além de proporcionar técnicas que diminuem a emissão de gases mal cheirosos que podem gerar riscos a saúde humana (Müller et al., 2004).

Essa técnica é realizada numa estrutura apropriada, chamada composteira, onde o material orgânico é processado e frequentemente revolvido para promover a aeração da leira (monte) de compostagem e homogeneizar a temperatura do material.

A necessidade de se utilizar desse processo em grande escala surgiu em virtude do aumento da população em áreas urbanas e o consequente descarte inadequado de resíduo, assim como a falta de locais apropriados para depositar tais resíduos. O volume de depósitos

aumentou provocando problemas de higiene e estéticos.

No Brasil, em 2012, 24 milhões de toneladas de lixo foram enviados para destinos inadequados, segundo levantamento da Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Mello, 2013). A destinação de resíduos sólidos ainda é uma das principais preocupações ambientais, tendo em vista os graves impactos gerados pelos lixões ou mesmo pelo esgotamento da capacidade dos aterros sanitários regulares. Algumas estratégias para amenizar esses impactos envolvem a redução, reciclagem e reutilização de resíduos. Nesse sentido a técnica de compostagem é bastante eficaz em reduzir o volume de material que seria enviado aos aterros sanitários.

De acordo com informações da Prefeitura de Porto Alegre, a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) Francisco Engel Rodrigues é o local onde o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) faz o reaproveitamento de resíduos orgânicos usando o método de compostagem. A UTC tem área aproximada de 10 hectares e recebe diariamente, cerca de 100 toneladas de resíduos domiciliares (http://www2.portoalegre.rs.gov.br/).

Os resíduos orgânicos são depositados no pátio da unidade sob a forma de leiras. Periodicamente, as leiras são revolvidas para acelerar o processo de degradação. A temperatura das mesmas pode atingir até 70ºC e permanecer nessa temperatura por até três meses dependendo do material a ser compostado e posteriormente retoma à temperatura ambiente. Nessas condições, o composto é peneirado e pode ser comercializado para melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo para fins de jardinagem e agricultura.

Paralelamente ao tópico de geração de resíduos, depara-se com a questão do lodo produzido nas estações de tratamento de efluentes, mais um agravante no que diz respeito à geração de resíduos (Da Silva, 2011). A carga patogênica remanescente deste resíduo é

potencialmente prejudicial à saúde pública. Essas características fazem com que se busque uma alternativa de sanitização do material oriundo do tratamento de águas residuais.

A compostagem também é uma boa alternativa para a redução de umidade, teor nutritivo e carga patogênica do lodo através do aumento da temperatura, que é resultante do processo de degradação da matéria orgânica via metabolismo microbiano.

As concentrações de metais pesados presentes no composto podem selecionar micro-organismos resistentes que permanecerão no composto a ser comercializado posteriormente. Além disso, a permanência de alguns agentes patogênicos podem oferecer riscos de contaminação tanto aos trabalhadores quanto aos outros seres vivos como aves e cães que transitam pelo local. Por esses motivos, é recomendada uma análise cuidadosa da qualidade do composto maturado final.

A emergência e disseminação de bactérias resistentes é uma preocupação mundial, de implicação clínica, ambiental e econômica (Silva, 2012). Por isso, muitos estudos estão sendo realizados nessa área, a fim de entender os mecanismos utilizados pelos microrganismos que lhes conferem esse caráter resistente. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o padrão de resistência a antimicrobianos e a metais pesados em bacilos Gram negativos isoladas do processo de compostagem.

MATERIAL E MÉTODOS:

As amostras utilizadas nos experimentos são originadas de estudos anteriores. As coletas foram realizadas entre de Junho de 2009 e janeiro de 2010, e os isolados obtidos foram em sua maioria identificados por testes bioquímicos e mantidos congelados em criotubos contendo 20% de glicerol a -20ºC (Da Silva, 2011).

A leira de compostagem, de onde as amostras foram coletadas, foi montada por funcionários da Usina de Triagem de Resíduos da Lomba do Pinheiro, Porto Alegre, RS, em Junho de 2009. A constituição da leira foi de 11 toneladas de resíduos orgânicos domiciliares, recolhidos diariamente pelo DMLU, sendo seis toneladas de podas vegetais e quatro toneladas de lodo ativado de esgoto, oriundo do tratamento de efluentes de esgoto do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

As leiras eram monitoradas para se certificar de que a matéria orgânica fosse revolvida pelo menos duas vezes por semana, com auxílio de retroescavadeiras. A manutenção da umidade foi realizada exclusivamente pelas precipitações pluviais (Da Silva, 2011).

Recuperação das amostras

Foram selecionadas 24 amosras que apresentaram resistência a pelo menos sete dos 14 antimicrobianos testados anteriormente. Todas essas foram individualmente inoculadas com auxílio de alça bacteriológica em caldo tripticaseína de soja (TSB), e incubadas a 37°C por 24 horas.

Das 24 amostras apenas 20 apresentaram crescimento bacteriano significativo. As demais foram inoculadas novamente, desta vez adicionando ao meio todo o inóculo estocado. Desses apenas mais uma amostra cresceu, somando um total de 21 isolados viáveis, com os quais foram realizados os ensaios.

A fim de purificar as amostras, todas foram inoculadas em ágar tripticaseína de soja (TSA) com a técnica de esgotamento, incubadas por 24 horas na estufa a 35°C e posteriormente as colônias isoladas foram cultivadas em TSB. Em seguida, foi realizada a coloração de Gram para se certificar da pureza das amostras e também foram descartadas as

culturas de bactérias Gram positivas, que não eram objetivo de estudo neste trabalho. Dessa forma trabalhou-se com 17 isolados Gram negativos.

As culturas obtidas foram estocadas em criotubos com 20% de glicerol, devidamente autoclavados e identificados.

Teste de Disco Difusão em Ágar

O Antibiograma é um método que visa constatar a resistência ou a sensibilidade dos microrganismos a antimicrobianos. É padronizado de acordo com as normas do *Clinical and Laboratory Standarts Institute* (CLSI).

Para fins de confirmação do padrão de resistência obtido no estudo anterior, os mesmos 14 antimicrobianos foram testados para os 17 isolados recuperados, sendo eles: Nitrofurantoína (NIT 300µg), Norfloxacina (NOR 10µg), Amoxicilina + Ácido Clavulônico (AMC 20/10µg), Ampicilina (AMP 10µg), Tetraciclina (TET 30µg), Estreptomicina (EST 10µg), Ciprofloxacina (CIP 5µg), Ceftriaxona (CRO 30µg), Cefalotina (CFL 30µg), Cefoxitina (CFO 30µg), Sulfametoxazol + Trimetoprim (SUT 25µg), Gentamicina (GEN 10µg), Imipenen (IMP 10µg), Cloranfenicol (CLO 30µg) (Da Silva, 2011).

Para a realização dos ensaios foi utilizado o teste de disco difusão em ágar. Todos os isolados foram inoculados em TSB, a 37°C por 24 horas, posteriormente sendo ajustada sua concentração conforme a escala 0,5 de Mac Farland. Suabes estéreis foram embebidos no caldo e a semeadura foi realizada de forma uniforme em placas contendo 4mm de altura ágar Muller-Hinton. Os discos de antimicrobianos foram dispostos de forma equidistantes sobre a superfície do meio já inoculado. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas e após os halos de inibição foram medidos e interpretados de acordo com o Manual CSLI, 2013, usando a *Escherichia coli* como cepa padrão.

Teste de Concentração Inibitória Mínima para metais pesados (MIC)

O teste tem por objetivo determinar a quantidade mínima do metal pesado capaz de inibir o crescimento bacteriano. Para isso, foi realizada microdiluição em microplacas de 96 poços, segundo Giovanella et al. (2011), com modificações. O teste que possibilita testar várias substâncias inibitórias em diferentes concentrações. Os metais utilizados foram cloreto de níquel hexahidratado ($NiCl_26H_20$) e sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_45H_20$). Esses metais foram escolhidos, pois já haviam sido encontrados em estudos prévios realizados pela Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (FEPAM) (Hahn, 2013).

Os isolados foram inoculados em TSB e incubados a 37°C. Após 24 horas de incubação foi realizada a padronização da concentração de células de acordo com a escala 0,5 de McFarland.

Foram autoclavados dois frascos de água destilada e neles foi preparadas a concentração estoque de cada metal, 3,5g/L.

Os poços das microplacas estéreis foram preenchidos primeiramente com o mesmo meio de cultura utilizado no crescimento dos isolados, seguido do acréscimo do metal em questão, e por último a cultura era inoculada, levando-se em conta a quantidade de cada uma dessas soluções para que se mantivesse o volume constante apesar das diferentes concentrações de metais. Foi respeitada a seguinte fórmula para determinar os valores de pipetagem a serem adicionados: **C1xV1 = C2xV2**, onde **C1 =** Concentração do estoque de solução salina; **V1 =** Volume de solução salina a ser adicionado ao meio de cultura; **C2 =** Concentração final de sal no meio de cultura; **V2 =** Volume final de solução salina + meio de cultura (Da Silva, 2011).

Sendo assim, o primeiro ensaio foi feito com quatro concentrações diferentes, sendo a maior dela de 350µg de sal em 200µl (V2). Para isso foi pipetado 100µl de solução salina, 95µl de meio de cultura e 5µl de cultura bacteriana. A segunda concentração foi de 262µg por 200µl, ou seja 3\4 da concentração estoque. Para atingi-la foi pipetado nos poços 74µl de solução salina, 121µl de meio de cultura e 5µl de cultura bacteriana. A terceira concentração era de 175µg por 200µl, a metade da concentração estoque, por isso foi pipetado 50µl de solução salina em 145µl de meio de cultura, mais 5µl de cultura bacteriana. A menor concentração representou 1\4 da concentração estoque, ou seja, 87,5µg nos 200µl. Para atingi-la foi pipetado 24,6µl de solução salina, 170,4µl de meio de cultura e 5µl de cultura bacteriana.

Nos ensaios que se seguiram foram mantidos os valores de pipetagem para cada poço, alterando-se apenas a concentração estoque, que passou de 3,5g\L para 7g\L, 10,5g\L, 14g\L e 17,5g\L.

Foram reservados os dois últimos poços na placa para o controle negativo, onde foi inoculado apenas TSB e solução metálica, e positivo no qual havia apenas TSB e cultura microbiana. O ensaio foi realizado em duplicata.

As placas foram mantidas a temperatura de 37°C por aproximadamente 24 horas e após, o material de cada poço em que aparentemente não havia crescimento (sem turbidez) foi inoculado em placas contendo TSA com auxílio de suabes estéreis. Após 24 horas a 37°C as placas foram analisadas e a concentração na qual não se obteve crescimento na placa foi considerada a concentração inibitória mínima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

No total foram recuperadas 17 isolados bacterianos, sendo todos eles bacilos Gram

negativos. Por motivos didáticos os isolados foram nomeados com as letras de A – Q.

As bactérias podem ser classificadas como sensíveis, intermediárias e resistentes aos antimicrobianos. Em geral, classificam-se como resistentes as bactérias que crescem *in vitro* nas concentrações que os antimicrobianos atingem no sangue quando administrados nas recomendações de uso clínico (Trabulsi, Alterthum, 2008).

Os 17 isolados foram testados com 14 antimicrobianos, a maioria deles mostrando mais resistência do que sensibilidade aos antimicrobianos (Tabela 1). A maioria dos isolados, 11 dos 17, mostrou resistência a sete antimicrobianos. Duas cepas foram resistentes a oito antimicrobianos e o isolado E foi o mais resistente, não sendo inibido por nove antimicrobianos (Figura 1).

Os resultados variaram principalmente de acordo com o antimicrobiano utilizado. Isso porque os mecanismos de atividade de tais antibióticos diferem, sendo o principal deles a interferência com a síntese de parede celular bacteriana, presente nos β-lactâmicos como as penicilinas e cefalosporinas. Outros mecanismos de ação dos antimicrobianos envolvem a inibição da síntese proteica, como as tetraciclinas e aminoglicosídeos ou a inibição da síntese de ácidos nucleicos, no caso das quinolonas e metronidazol. O trimetoprim e as sulfonamidas são exemplos de substâncias com caráter antimetabólitos, ou seja, inibem a bactéria por interferir no seu metabolismo (Murray et al., 2010).

Dos antimicrobianos testados os que foram mais efetivos contra os isolados foram a gentamicina do grupo dos aminoglicosídeos, e o imipenem da família dos carbapenêmicos (Figura 2). Ambos foram capazes de inibir o crescimento dos 17 isolados. Os carbapenênicos são β-lactâmicos eficazes contra β-lactamases (Graf et al., 2008), que são enzimas capazes de hidrolisar o anel β-lactâmico, inativando o antimicrobiano (Trabulsi, Alterthum, 2008). Normalmente os carbapenemicos são os mais eficazes contra infecções causadas por

bactérias Gram negativas, sendo geralmente empregados como drogas de reserva no tratamento de infecções por cepas resistentes a outros β-lactâmicos (Mata, Abegg, 2007). Assim, os resultados obtidos nos testes com o imipenem estão de acordo com o esperado.

Da Silva (2011) obteve resultados similares quanto à resistência de isolados provenientes do processo de compostagem, onde os mais eficazes foram primariamente o imipenen, seguido da gentamicina e ciprofloxacina como terceiro mais eficaz. Segundo a autora a eficiência dessas drogas pode estar relacionada ao uso controlado delas como medicamento.

Quatro dos 14 antimicrobianos não inibiram nenhum dos isolados em que foram testadas. Foram eles: ampicilina (β-lactâmico), amoxicilina + ácido clavulânico (β-lactâmico + inibidor de β-lactamases), cefalotina e cefoxitina (cefalosporinas), representados também na figura 1. O alto índice de resistência a esses inibidores provavelmente se deve ao uso não controlado dos mesmos, incluindo a auto-medicação, sem orientação médica.

Segundo Wannmacher (2004), 2/3 dos antibióticos são usados sem prescrição médica em muitos países e 50% dos consumidores compram o medicamento para um dia e 90% compram para um período inferior ou igual a três dias. Somado a isso, a grande disponibilidade de antimicrobianos e a publicidade pouco judiciosa, tem levado ao uso abusivo e irracional de tais medicamentos, aumentando o desenvolvimento de resistência dos microrganismos presentes na microbiota do paciente e por consequência no ambiente. O alto padrão de resistência a antimicrobianos era esperado nas amostras testadas, e de fato, os resultados confirmaram que as cepas isoladas foram, no geral, mais resistentes do que sensíveis aos antimicrobianos utilizados, conforme a figura 2.

O teste de MIC, não é constante para um dado agente, podendo alterar de acordo com o organismo utilizado além de fatores de incubação (meio de cultura, pH, temperatura,

aeração). No entanto, quando padronizadas essas condições, a comparação de efetividade entre agentes antimicrobianos é possível (Madigan, et al. 2010).

O teste da concentração inibitória mínima para os metais pesados mostrou que apenas um dos metais utilizados possui efetivamente a capacidade de inibição microbiana. Nenhum dos isolados foi inibido pelo cloreto de níquel hexahidratado ($NiCl_2.6H_2O$), mesmo aumentando-se em 5 vezes sua concentração inicial de 3,5g/L para 17,5g/L.

Já o sulfato de cobre pentahidratado ($CuSO_45H_2O$) demostrou eficácia como antimicrobiano. Embora a concentração inicial de 3,5g/L não foi suficiente para inibir o crescimento de todas as cepas, aumentando-se esta concentração para 7g/L observou-se inibição dos isolados mais resistentes (Figura 3).

Foi observado um percentual de 18% de isolados resistentes a concentração inicial de 3,5g/L de $CuSO_45H_2O$. Apenas um isolado, K, obteve resistência acima de 5,25 g/L, sendo inibido com o dobro da concentração inicial.

O sulfato de cobre é utilizado em aulas práticas de química recreativa (Avalos, 2006), onde nem sempre seus resíduos são descartados de maneira correta por professores e principalmente alunos. Também é conhecido por seu caráter algicida e empregado no controle de florações de algas e moluscos nas estruturas do sistema de esgoto e tratamento de água (Bendati, et al. 2004).

Em vista de seu uso ambiental, e seu descarte nem sempre apropriado, a resistência de microrganismos as concentrações desse metal pesado eram até certo ponto esperadas, no entanto as cepas J, K e P foram além do esperado, e sua identificação taxonômica é interessante para se pesquisar mais meticulosamente seu mecanismo de resistência a esse agente antimicrobiano.

A resistência pode ser natural ou adquirida. A natural corresponde a uma característica da espécie bacteriana e todas as amostras desta espécie tem esta propriedade. Na adquirida, somente algumas das amostras são resistentes, no entanto possuem a capacidade de transmitir essa capacidade para outras. A aquisição de resistência por uma célula bacteriana sensível é sempre decorrência de uma alteração genética que se expressa bioquimicamente. Essas alterações podem ser originadas de mutações cromossômicas ou pela aquisição de plasmídeos de resistência, conhecido também como plasmídeos R (Trabulsi, Alterthum, 2008).

Embora a maior resistência a antimicrobianos tenha sido detectada na cepa E, a mesma não se destacou na resistência a metal pesado, pois se manteve na média de 3,5g/L como concentração inibitória mínima. O isolado com padrão de resistência mais preocupante foi o K, com a mais alta concentração inibitória mínima, de 7,0g/L, e multirresistência a oito antimicrobianos diferentes.

Em virtude do seu constante aumento, a resistência bacteriana é um dos tópicos mais abordados em pesquisas e estudos científicos na área da microbiologia. O combate a essa resistência é um problema de saúde pública mundial, e deve ser abordado sobre vários aspectos. A compreensão desse mecanismo é essencial para que se possa de alguma forma controlá-lo. O presente estudo demonstrou o alto padrão de resistência de cepas Gram negativas isoladas do ambiente. A expectativa é de que ele seja base para projetos posteriores de identificação e caracterização dos isolados, bem como pesquisa sobre quais mecanismos de resistência eles apresentam.

AGRADECIMENTOS:

À minha mãe, por ter desenvolvido em mim o “gosto” pelo trabalho em laboratório, desde cedo. À todas as colegas do Laboratório 164, que estavam sempre dispostas a ajudar no que fosse preciso. Aos professores e professoras do Departamento de Microbiologia, pelo conhecimento e auxílio na área, especialmente a professora Sueli, pela orientação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS:

AVALOS, S. H.. Experimentos de química recreativa con sulfato de cobre pentahidratado. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, *3*(3), 2006.

BENDATI, M.M.A.; SUMINSKI, M.; COLARES, E.R.C. Avaliação da operação dos sistemas de abastecimento de água do DMAE (Porto Alegre, Brasil) em decorrência da presença do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*). **Anais do I Congresso Interamericano de Saúde Ambiental**. Porto Alegre: ABES/RS, 2004.

DA SILVA, K. H.; SAND, S. T. V. D. Avaliação do perfil de resistência a antimicrobianos e metais pesados em bactérias isoladas de processo de compostagem. [dissertação de mestrado]. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Quím. Nova** vol. 36 no.5 São Paulo, 2013.

GIOVANELLA, P.; BENTO, F.; CABRAL, L.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O. Isolamento e seleção de micro-organismos resistentes e capazes de volatilizar mercúrio. **Química Nova**, v. 34, n.2, p.232-236, 2011.

GRÄF, T.; FUENTEFRIA, D. B.; CORÇÃO, G. Ocorrência de cepas de *Pseudomonas aeruginosa*multirresistentes produtoras de metalo-β-lactamase bla_{SPM-1} em amostras clínicas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**. Vol.41 no.3 Uberaba May/June 2008.

HAHN, A. B. B., Avaliação do perfil de resistência a antimicrobianos e a metais pesados em micro-organismos isolados do rio dos Sinos/RS. [dissertação de mestrado]. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2013.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V.; CLARK, D.P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010.

MATA P.T.G.; ABEGG M.A. Descrição de caso de resistência a antibióticos por *Pseudomonas aeruginosa*. **Arq Mudi.** 11(2):20-25, 2007.

MELLO, D. 24 milhões de toneladas de lixo tiveram destino inadequado em 2012. **Planeta Sustentável.** 31/05/2013

MÜLLER T.; THIBEN, R.; BRAUM S.; DOTT, W.; FISHER, G. (M) Voc and Composting Facilities Part 1: (M) VOC Emissions from Municipal Boowaste and Plant Refuse. **Enviromental Science and Pollution Research**, Vol 11, Issue2, pp 91-97, March 2004.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia Médica**. 6ed, Elsevier, 2010.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, Triagem e Compostagem, disponível em (http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmlu/default.php?p_secao=114).

SILVA, K. C.; LINCOPAN, Nilton. Epidemiologia das betalactamases de espectro estendido no Brasil: impacto clínico e implicações para o agronegócio. **J. Bras. Patol. Med. Lab**, v. 2, n. 48, p. 91-99, 2012.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM F., **Microbiologia**, p79-85, 5ed, São Paulo, Atheneu, 2008.

WANNMACHER, L. Uso indiscriminado de antibióticos e resistência microbiana: Uma guerra perdida? **ISSN 1810-0791** vol.1 no.4 Brasília, Março 2004.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
AMC 10/20	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AMP 10	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CFL 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CFO 30	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CIP 5	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	I
CLO 30	R	R	R	R	R	R	R	R	I	R	R	R	R	I	R	R	R
CRO 30	I	I	I	S	R	R	R	I	R	I	I	R	R	R	R	R	R
EST 10	R	R	I	R	R	S	S	R	R	I	R	S	I	I	S	I	R
GEN 10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
IMP 10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
NIT 30	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
NOR 10	S	S	S	S	S	S	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S	S
SUT 25	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S
TET 10	S	I	I	I	R	I	I	S	S	I	S	S	S	S	S	S	S

Tabela 1: Eficiência de cada antimicrobiano por isolado. R=resistente, I=intemediario, S=sensível

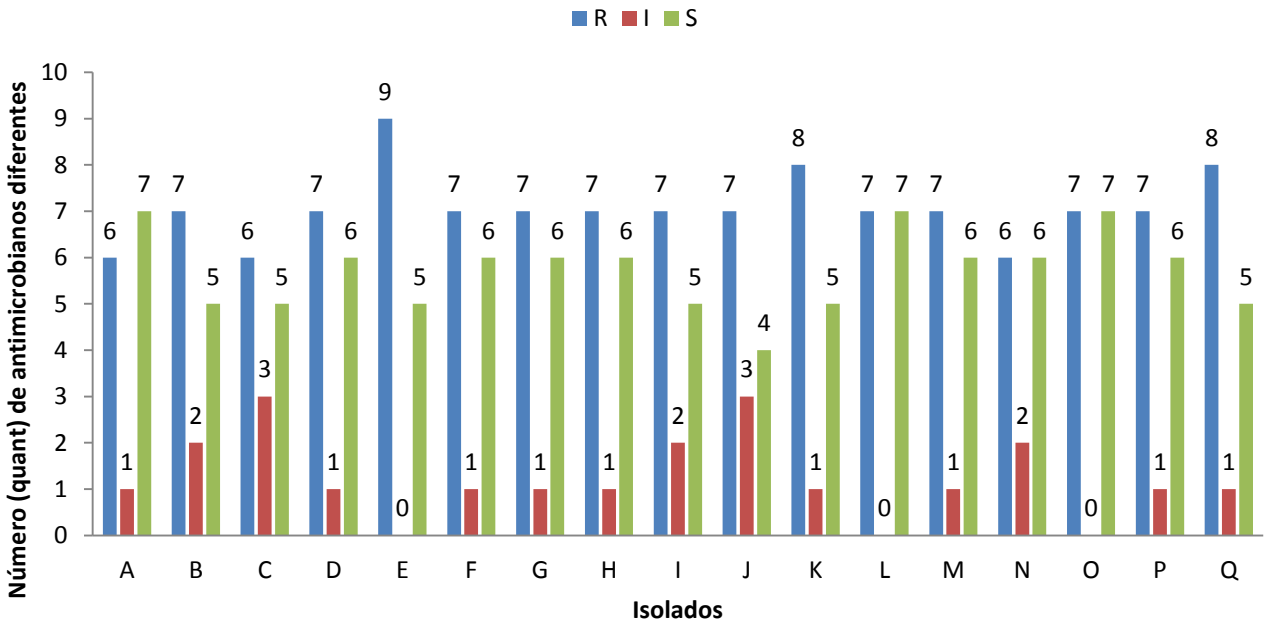

Figura 1: Número de antimicrobianos diferentes aos quais cada isolado foi resistente, sensível ou intermediário.

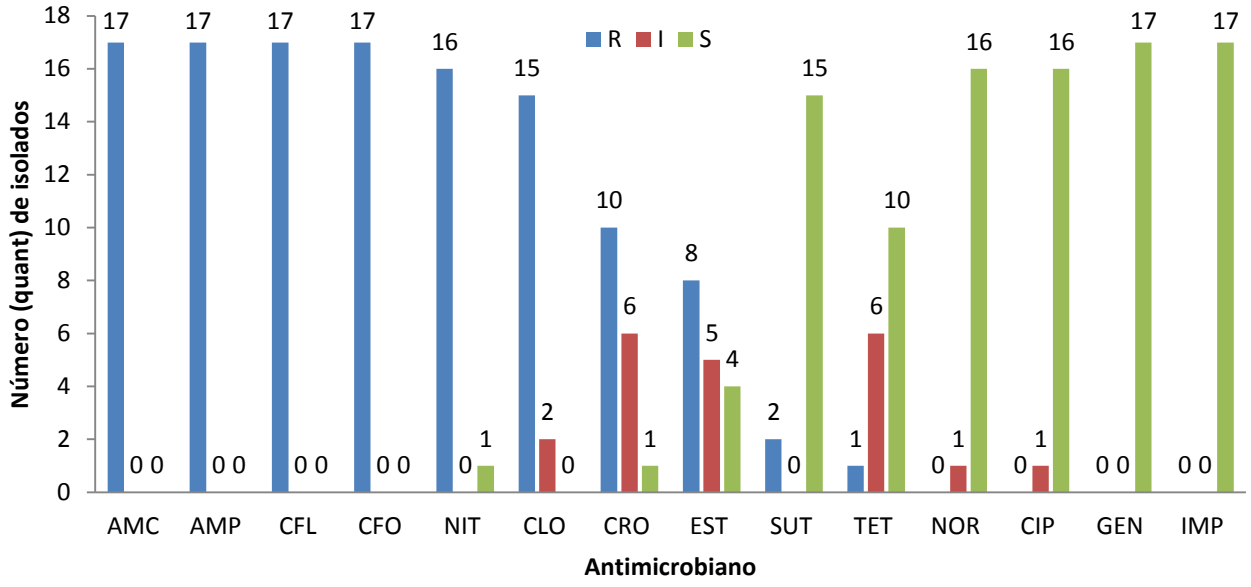

Figura 2: Número de isolados que cada antimicrobiano foi capaz ou não de inibir. R=resistente, I = intermediário, S = sensível

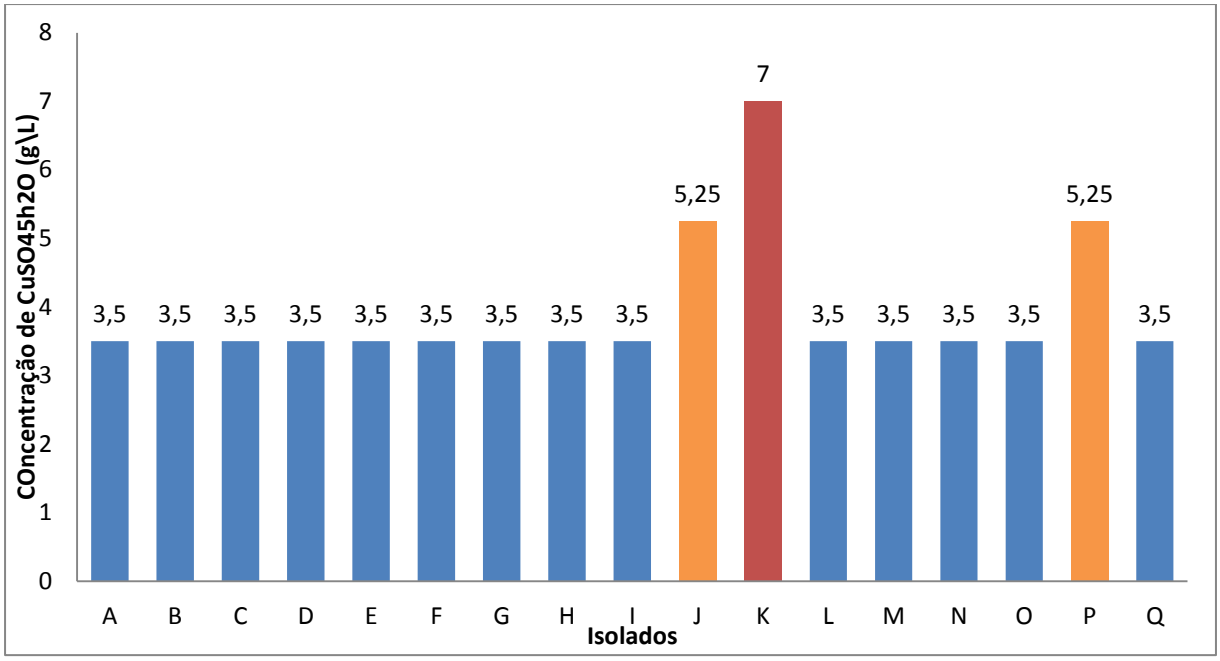

Figura 3: Concentração (g/L) de sulfato de cobre pentahidratado necessária para inibir cada isolado.