



Universidade de Brasília
IE- Departamento de Estatística
Estágio Supervisionado 2

Controle Estatístico de Infecção Bacteriana na UTI do Hospital Universitário de Brasília

Camila Tigano Milani

Orientador: Profº Luis Gustavo do Amaral Vinha

Co- orientador: Prof^a Osíris Turnes

Brasília

Junho de 2011

Camila Tigano Milani

**Controle Estatístico de Infecção Bacteriana na UTI do Hospital
Universitário de Brasília**

Monografia apresentada junto ao Curso de Estatística do Instituto de Exatas, na área de concentração de Controle Estatístico de Qualidade, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Professor Luis Gustavo do Amaral Vinha

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Luis Gustavo do Amaral Vinha
Universidade de Brasília

Professora Osiris Turnes
Universidade de Brasília

Professora Maria Teresa Leão Costa
Universidade de Brasília

Brasília

Junho de 2011

Agradecimentos

Aos meus pais por terem incentivado, colaborado e contribuído para minha formação tanto pessoal e moral quanto acadêmica.

Ao meu padrinho, por todo o apoio e atenção durante essa fase de conquista.

Ao professor Luis Gustavo Vinha e à professora Osíris Turnes, pela paciência e atenção e por contribuírem no desenvolvimento de minha iniciação científica.

À CCIH do HUB pela colaboração na obtenção dos dados, em especial à enfermeira Isabela Rodrigues e ao estudante Leandro Fernandes Maciel.

À Joseane Padilha pela oportunidade de aprimoramento como profissional.

Aos colegas do curso de Estatística, em especial Leonardo Magno, pelo carinho e compreensão nos momentos de dificuldade.

Conteúdo

Introdução	1
1 Referencial teórico	3
1.1. Controle Estatístico de Qualidade	3
1.1.1. Evolução do conceito de qualidade	3
1.1.2. Ferramentas da qualidade	4
1.1.3. Gráficos de Controle	5
1.1.4. Gráfico CUSUM	10
1.2. Epidemiologia	13
1.2.1. Conceitos básicos	13
1.2.2. Controle de infecção hospitalar	15
1.3. A Epidemiologia e o Controle Estatístico de Qualidade	17
1.3.1. Paralelo histórico	17
1.3.2. Relação entre terminologias	18
1.3.3. O Controle e sua adaptação à epidemiologia	19
2 Objetivos	22
3 Contextualização da Pesquisa	23
3.1. Local da pesquisa	23
3.2. Infecções bacterianas	23
3.3. Fontes de dados	25
3.4. Limitações da pesquisa	26
4 Metodologia	28
4.1. Coleta, apuração dos dados e seleção das variáveis	28
4.2. Análise dos dados	29
5 Resultados	31
5.1. Estudo exploratório	31
5.1.1. Sexo e topografia	31
5.1.2. Número de ocorrências	32

5.1.3. Dias entre infecções.....	32
5.2. Análise de Controle Estatístico de Qualidade.....	34
5.2.1. SARO	35
5.2.2. AEDS	39
6 Conclusões	45
Referências Bibliográficas	iv
Apêndice	v
A. Tabelas dos parâmetros de gráficos CUSUM	v
B. Gráficos CUSUM para EBAC e ECOC	vi
C. Diagnósticos.....	vii

INTRODUÇÃO

As infecções hospitalares representam um problema de saúde pública no Brasil provocando grandes preocupações tanto aos usuários da rede de saúde quanto a seus gestores e colaboradores. As infecções hospitalares vêm acompanhadas de elevados custos sociais e econômicos que refletem sobre a credibilidade nos serviços de saúde pública brasileira. Verifica-se que apesar dos hospitais brasileiros terem implantado diretrizes gerais para o Controle das Infecções em Serviços de Saúde e Comissões de Controle de Infecções Hospitalares, a problemática das infecções relacionadas à assistência agrava-se cada vez mais.

Dada a magnitude do problema, é de extrema importância a definição de medidas preventivas, com o objetivo de reduzir o impacto dos quadros infecciosos na saúde da população hospitalar. Para isso, é necessário conhecer os riscos de transmissão de infecções, as limitações dos procedimentos de desinfecção e esterilização, a forma de processamento da natureza dos eventos, bem como a frequência das ocorrências. Desta forma, as ferramentas estatísticas empregadas na coleta e compilação dos dados podem contribuir no planejamento e gerenciamento de controle de infecção hospitalar, permitindo a observação da evolução dos indicadores de forma contínua e fornecendo informações norteadoras para os administradores hospitalares.

No Hospital Universitário de Brasília (HUB), como na maioria dos hospitais brasileiros, o controle de infecção hospitalar é feito a partir da busca ativa dos episódios de infecção hospitalar, tendo como instrumentos os formulários de solicitação de antimicrobiano, visitas às enfermarias e resultados positivos de culturas do laboratório de microbiologia.

A partir de 2003, a Comissão de Controle de Infecção (CCIH), atualmente denominada Setor de Controle de Infecções Relacionadas à Saúde - SCIRAS do Hospital Universitário de Brasília (HUB) passou a contar com apoio estatístico no controle da infecção por *Methacilin Resistant Staphylococcus Aureus* (MRSA) na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). As infecções causadas por esse agente, também conhecido no Brasil como SARO (*Staphylococcus Aureus* Resistente à Oxacilina), são reconhecidamente graves tanto

em indivíduos hospitalizados quanto em não hospitalizados, podendo levar a óbito. O aumento da incidência de infecções causadas pelo SARO, juntamente com o aumento da resistência aos antibióticos tem sido um fator de alerta para a saúde pública. No Brasil, diversas pesquisas vêm sendo realizadas no sentido de verificar a frequência dessa resistência e suas implicações no sistema hospitalar (Ferreira, 2009).

O suporte estatístico no HUB tem como objetivo monitorar e auxiliar na redução do número de infecções/colonizações por SARO na UTI. Assim sendo, para reforçar a vigilância e torná-la pró-ativa, o monitoramento contínuo da incidência das infecções por SARO no HUB tem sido realizado com o uso das seguintes ferramentas estatísticas e da qualidade, que já são bastante utilizadas na área da saúde: análise exploratória de dados, testes de hipótese, testes não paramétricos e gráficos de controle.

Os resultados estatísticos obtidos pela CCIH desde o ano de 2003 indicam que, particularmente, nos últimos quatro anos, houve uma redução expressiva na frequência mensal/anual quanto às ocorrências de SARO na UTI do HUB, apontando para uma melhora no processo de vigilância. Os espaçamentos largos que aparecem a partir de 2007 podem ser considerados legítimos. Entretanto, como o desvio padrão da variável é muito alto, essa hipótese de melhoria pode não ser verdadeira. Outra suposição seria a de que existe uma espécie de competição entre SARO e outras bactérias, e que esta seja o fator causador da diminuição abrupta de casos. Essa segunda hipótese só pode ser testada a partir de um estudo comparativo entre o número de ocorrência de SARO e o número de ocorrências de outras bactérias (diferentes de SARO) dentro da UTI do HUB, denominados no presente estudo por AEDS- Agentes Etiológicos Diferentes de SARO.

Tendo em vista esse cenário, pretende-se investigar as possíveis causas da redução de ocorrências de infecções por SARO, bem como propor uma forma de controlar as ocorrências de infecção por AEDS na UTI. Para isso, foi criado um banco de dados retrospectivo, abrangendo o período de 2003 a 2010, de forma a ter um histórico das infecções por AEDS. Um estudo estatístico detalhado permitiu, com a colaboração das equipes de atendimento, auxiliar na implantação de medidas que visem à redução e o controle do número de eventos dessa natureza.

Referencial Teórico

1.1. Controle Estatístico de Qualidade

De acordo com Paladini (1994) o controle de qualidade tem como principal objetivo a busca de melhoria no produto, nos serviços, nas atividades, na visão do trabalho, na produtividade, entre outros.

Os métodos estatísticos usados para descrever e controlar a Qualidade de um processo constituem o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ). O CEQ é uma das mais poderosas metodologias desenvolvidas para controlar produtos ou serviços de forma eficaz a partir de ferramentas, tais como cartas ou gráficos de controle, que podem detectar desvios de parâmetros representativos do processo.

A utilização de métodos estatísticos não garante a solução de todos os problemas de um processo, porém é uma maneira racional, lógica e organizada de determinar onde eles existem, sua extensão e a forma de solucioná-los.

1.1.1. Evolução do conceito de qualidade

A preocupação com a qualidade não é fato recente. Desde a antiguidade, pode-se observar os esforços para o alcance da qualidade. Barçante (1998) traça a evolução da qualidade até nossos dias através de quatro eras:

- Era da inspeção: compreendida entre o final do século XVIII e o início do século XIX. Nesta época, *toda ênfase do Controle da Qualidade esteve voltada para os procedimentos da avaliação da qualidade de produtos e serviços, com a estruturação de técnicas de inspeção* (Paladini, 1994).
- Era do Controle Estatístico da Qualidade: as décadas de 1930 e 1940 foram marcadas pela utilização das aplicações estatísticas nos processos produtivos. Um grupo de pesquisadores composto por nomes como W. A. Shewart, Harold Dodge,

Harry Roming, G.D. Edwards e, posteriormente, Joseph Juran, dedicou boa parte de seus esforços em pesquisas que levaram ao surgimento do Controle Estatístico de Processo. Além disso, Walter A. Shewhart reconheceu a variabilidade como inerente aos processos industriais, utilizando técnicas estatísticas para o controle de processos. São criados conceitos como *risco do produtor e consumidor*, *probabilidade de aceitação*, *fração defeituosa tolerável* e *nível de qualidade aceitável* (Paladini, 1994).

- Era da Garantia da Qualidade: entre 1950 e 1960, os trabalhos publicados ampliaram o campo de abrangência da Qualidade. A ênfase passou a ser a prevenção.
- Era da Gestão da Qualidade Total: Iniciou-se no Ocidente como uma resposta à invasão de produtos japoneses de alta qualidade no final dos anos 70. Uma das principais características deste enfoque é a ênfase ao contínuo aperfeiçoamento dos processos, caracterizado pelo trabalho em equipe, foco no consumidor e rápida reação a mudanças. A gestão da qualidade total tem um forte fundamento estatístico, baseado no profundo conhecimento da variabilidade. Instrumentos estatísticos como o diagrama de Pareto, histograma e gráficos de controle, bem como instrumentos de planejamento de gerência como o diagrama de causa e efeito, são partes integrantes deste enfoque.

1.1.2. Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são instrumentos que permitem às pessoas envolvidas no controle de qualidade efetuar uma leitura do processo através de seus dados, compreender a razão dos problemas e determinar soluções para eliminá-los. As ferramentas apresentadas no Quadro 1 são as mais utilizadas no TQC (Total Quality Control), sendo extremamente úteis, mas não são as únicas.

Quadro 1: Utilização das principais ferramentas para o controle estatístico da qualidade.

Ferramentas	O que é?	Utilização
Estratificação	Técnica de planejamento	Agrupar elementos de mesma característica
Folhas de verificação	Planilha para a coleta de dado.	Facilitar a coleta de dados referente a um problema
Histograma	Diagrama de barra que representa a distribuição de frequências de uma variável	Verificar o comportamento de um processo em relação à especificação
Diagrama de Dispersão	Gráfico cartesiano que representa a relação entre duas variáveis	Verificar a correlação entre duas variáveis.
Gráfico de Controle	Gráfico com limite de controle que permite o monitoramento dos processos	Verificar se o processo está sob controle.
Diagrama de Pareto	Diagrama de barra que ordena as ocorrências da maior para a menor	Identificar quais itens são responsáveis pela maior parcela dos problemas.
Diagrama de Causa e Efeito	Método que expressa, de modo simples e fácil, a série de causas de um efeito (problema).	Ampliar a quantidade de causas potenciais a serem analisadas

Fonte: adaptado de CARDOSO, Olga Regina. *Foco da Qualidade Total de Serviços no Conceito do Produto Ampliado*. 1995, p. 333.

Cada ferramenta tem sua própria utilização, sendo que não há uma receita adequada para saber qual a ferramenta que será usada em cada fase do trabalho estatístico. Isto vai depender do problema envolvido, das informações obtidas, dos dados históricos disponíveis e do conhecimento do processo em questão em cada etapa.

Para o presente trabalho será aprofundada apenas a técnica de gráficos de controle, porém maiores detalhes sobre as demais técnicas elementares de ferramentas estatísticas são discutidas em Bush (1991), Spath (1991), na revista *Quality Progress*, publicada pela *American Society for Quality Control* por Juran Institute(1990) e Sarazen (1990) e em Montgomery (2001).

1.1.3. Gráficos de Controle

Os gráficos de controle são utilizados para verificar se existem evidências de que um processo está sob controle, o que ocorre quando os valores observados estão registrados dentro dos limites pré-estabelecidos. Podem nos informar, em um determinado período de tempo, como o processo está se comportando, se ele está

dentro dos limites pré-estabelecidos, caso contrário sinaliza a necessidade de procurar a causa da variação. Também podem ser utilizados para controlar a variabilidade do processo ou grau de não conformidade.

O gráfico de controle típico exibe três linhas paralelas: a *Central*, o *Limite Superior de Controle* (LSC) e o *Limite Inferior de Controle* (LIC). O modelo estabelecido por Shewart¹ utiliza a média aritmética dos valores resultantes das medições amostrais como medida de posição do processo representada pela linha central.

O LSC é definido pelo acréscimo de L unidades do desvio-padrão à média, e o LIC é definido por L unidades do desvio-padrão decrescidos da média, onde, em geral, L assume o valor três. Os pontos registrados no gráfico representam amostras tomadas em momentos diferentes. É usual unir os pontos por segmentos de reta para melhor visualizar a evolução do característico de qualidade ao longo do tempo, conforme pode ser observado na Figura1.

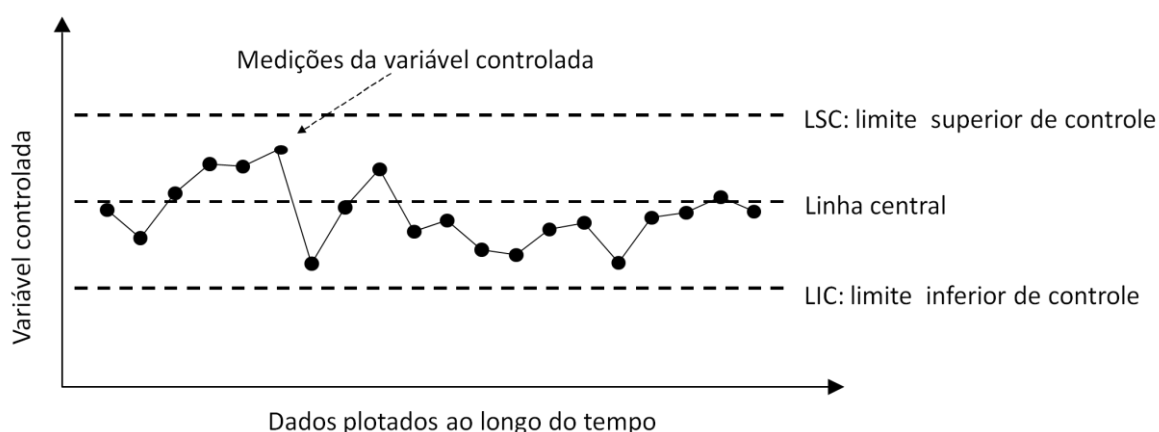


Figura 1. Modelo básico de um gráfico de controle.

É importante destacar que, de acordo com Werkema (1995), um gráfico de controle não permite a identificação de quais são as causas especiais de variação que estão atuando em um processo fora de controle estatístico, mas ele processa e dispõe informações que podem ser utilizadas na identificação destas causas.

Se todos esses valores marcados no gráfico estiverem dentro dos limites de controle, sem qualquer tendência particular e a disposição dos pontos dentro dos limites for aleatória, há evidências probabilísticas de que o processo está sob controle.

¹ Modelo de gráfico de controle desenvolvido por Walter A. Shewhart na década de 20 enquanto trabalhava na Bell Labs .

Entretanto, se os pontos incidirem fora dos limites de controle ou apresentarem uma disposição atípica, o processo pode ser julgado fora de controle.

A Figura 2 representa num mesmo gráfico, o mesmo processo em controle e fora de controle.

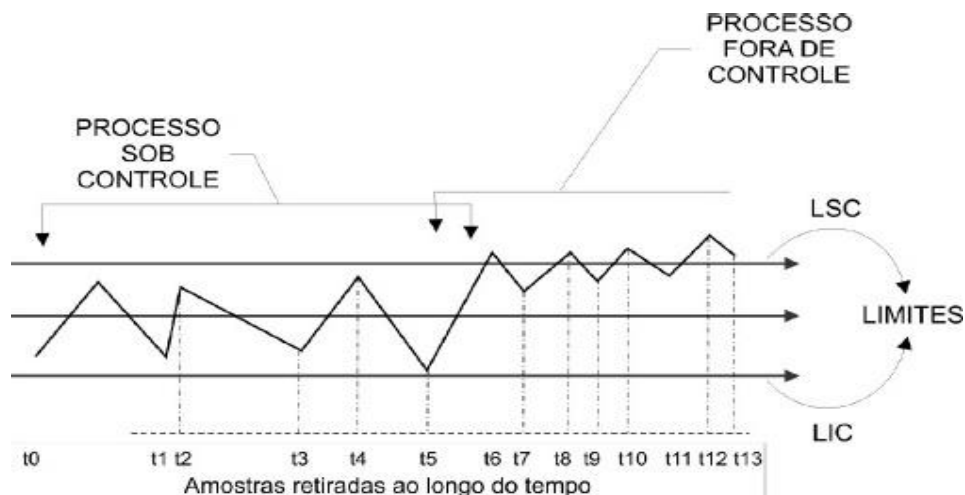


Figura 2. Representação gráfica de um processo sob controle e fora de controle. (Fonte: CARNEIRO, Neto W. *Controle estatístico de processo*. Recife: UPE-POLI, 2003)

Entretanto, novas regras que descrevem outros indícios de processos fora de controle foram desenvolvidas; são as chamadas **regras adicionais** (Quadro 2).

As regras adicionais subdividem as regiões, os limites de controle superior ou inferior e a média em três zonas. A Zona C está a uma unidade de desvio padrão da média, a Zona B está entre uma unidade de desvio padrão e duas unidades de desvios padrões da média, e a Zona A está entre duas unidades de desvios padrões e três unidades de desvios padrões da média.

Quadro 2: Regras adicionais para os testes de controle

1. Regra de Shewhart. Um ponto além da zona A, em qualquer um dos dois lados da média;
2. Nove pontos sucessivos em um mesmo lado da linha central;
3. Seis pontos consecutivos crescendo ou decrescendo;
4. Quatorze pontos em sequência alternando em alto e baixo;
5. Dois entre 3 pontos sucessivos em um mesmo lado da linha central na zona A ou além;
6. Quatro entre 5 pontos sucessivos em um mesmo lado da linha central na zona B ou além;
7. Quinze pontos em desordem dentro da zona C (acima e abaixo da linha central).

O desempenho de um gráfico de controle é medido pelo comprimento médio da sequência (CMS), ou ARL (*Average Run Length*), número médio de amostras retiradas até a ocorrência de um alarme. Existem dois tipos de ARL:

- CMS sob controle: CMS_0 ou $CMS(0)$, que representa o número de amostras retiradas até a ocorrência de um alarme falso. Pode ser encontrado em tabelas que convertem os parâmetros do gráfico em $CMS(0)$.
- CMS fora de controle: CMS_1 ou $CMS(1)$, que representa o número de amostras retiradas até a ocorrência de um alarme verdadeiro. Pode ser encontrado nas mesmas tabelas confeccionadas para $CMS(1)$ para diferentes valores de desvio da média.

De modo geral, é desejável ter valores altos de CMS , quando o processo está sob controle e valores baixos de CMS , quando o processo está fora de controle.

Tipos de Gráficos de Controle

a. Gráficos de controle para variáveis:

Os controles de variáveis são aqueles que se baseiam em medidas das características de qualidade, ou seja, quando a característica da qualidade é expressa por um número em uma escala de medidas contínuas. Existem, pelo menos, sete tipos de gráficos de controle que podem ser usados para dados contínuos:

- \bar{X} e R (média e amplitude);
- \tilde{X} e R (mediana e amplitude);
- \bar{X} e S (média e desvio padrão);
- I e MR (Valores individuais e Amplitude móvel);
- MMPE (Média Móvel Ponderada Exponencialmente) ou EWMA (exponentially weighted moving average);
- CUSUM (soma cumulativa).

O controle da posição do processo, ou é usualmente feito através do gráfico de controle para médias, ou gráfico de medianas. A variabilidade do processo pode ser monitorada tanto através do gráfico de controle para o desvio padrão, chamado gráfico

S como para o gráfico de amplitude, chamado gráfico R . A diferença básica entre os gráficos S e R é que o primeiro se aplica a casos onde o número de amostras é moderadamente grande. Exemplificando melhor a função de cada gráfico, observa-se que através do gráfico de \bar{X} , monitora-se a variabilidade entre amostras e através do gráfico de S monitora-se a variabilidade dentro da amostra (Thompson & Koronacki, 1993).

Os gráficos de valores individuais e amplitudes médias são utilizados nas situações em que o tamanho da amostra coletada para cada momento de observação é um. Para construção de um gráfico de valores individuais deve-se estimar a média e o desvio padrão (de curto prazo) a partir da observação do processo sob controle. Para a construção de um gráfico de amplitude média, deve-se obter a amplitude móvel (AM) de duas observações para estimar a variabilidade do processo, sendo esta definida por

$$AM_i = |x_i - x_{i-1}|.$$

Os gráficos MMPE e CUSUM avançam gradualmente em tempo real para uma série de pontos, acumulando a informação do processo. Diferentemente dos demais, estes gráficos são mais sensíveis a pequenos deslocamentos da média do processo. Estes gráficos são uma excelente alternativa aos gráficos de valores individuais, quando não é possível a formação de subgrupos maiores que um.

b. Gráficos de controle por atributos:

Os dados por atributos são organizados em unidades discretas, contagem ou classificações. Há duas classificações para atributos, dependendo dos dados: a contagem do número de *defeitos* ou a contagem do número de *defeituosos*.

Intuitivamente, dados de contagem de defeitos são mais precisos e sensíveis a desvios (isto é, a variação no número de defeitos aparecerá como uma variação na taxa e é menor do que nos dados de defeituosos), mas essa não é a única razão pela qual ele é o preferido. Dados de contagem de defeitos podem, facilmente, ser transformados em dados de classificação (defeituoso). No entanto, o inverso não acontece. Para maiores detalhes sobre cada tipo de gráficos de controle por atributos, recomenda-se a leitura de Werkema (1995) e Montgomery (2001).

c. Gráficos de controle multivariados:

No controle estatístico de processo clássico, cada variável ou característica de qualidade é registrada em gráficos de controle separados, não levando em consideração a relação entre as variáveis, isto é, assume-se que tais variáveis do processo são independentes e normalmente distribuídas. Segundo Montgomery (2001), *quando existem múltiplos parâmetros do processo e que são monitorados simultaneamente, os gráficos de controle também conhecidos como univariados não mais devem ser utilizados, pois, as várias características de qualidade podem apresentar correlações entre si, o que prejudica o desempenho destes para sinalizar uma falta de controle do processo*. Uma alternativa a esta limitação dos gráficos univariados é a utilização de gráficos de controle multivariados onde o valor alvo não é a média de cada variável considerada isoladamente, mas um vetor da média de todas as variáveis do processo e uma matriz de correlação entre estes parâmetros.

Nos gráficos de controle multivariados, a estabilidade do processo é obtida quando o vetor das médias, variâncias e covariâncias das variáveis do processo permanecem estáveis ao longo das observações.

1.1.4. Gráfico CUSUM

O gráfico de controle CUSUM é uma ferramenta estatística que acumula informações das amostras de um processo ponderando-as igualmente. A técnica de soma acumulada pode ser aplicada tanto na construção do gráfico CUSUM para observações individuais como para observações amostrais das médias de subgrupos racionais. No caso de observações individuais, a estatística utilizada é a soma acumulada dos desvios de cada valor individual com relação ao valor alvo. No caso das amostras de tamanho ($n > 1$) esta estatística é a soma acumulada dos desvios da média amostral com relação ao valor nominal. (Montgomery, 2001)

Os gráficos CUSUM exigem a normalidade na distribuição de dados bem como que as observações sejam independentes e identicamente distribuídas como condição básica para sua aplicação.

O procedimento da soma acumulada começa propriamente com o cálculo dos desvios do valor desejado, isto é, a diferença entre o valor observado (média amostral) e

o valor alvo μ_0 . A estatística da soma acumulada S_i , para o i -ésimo período é a soma de todos os desvios do valor alvo desde o primeiro período até o período i , dada por:

onde, x_j é j -ésima observação de um gráfico CUSUM para valores individuais e μ_0 é o valor alvo para a média do processo. No entanto, a soma acumulada para um gráfico CUSUM que utiliza as médias de um subgrupo racional, utiliza a média das observações na amostra (\bar{x}) ao invés de x_j .

Se o processo permanece sob controle para o valor médio desejado (μ_0), as somas acumuladas definidas na equação acima descreve um percurso aleatório com média zero. Porém, se a média muda para algum valor, por exemplo, μ_1 , então uma tendência ascendente (positiva) se desenvolverá na soma acumulada S_i . Reciprocamente, se a média muda para algum valor abaixo μ_0 , então as somas acumuladas S_i terão uma direção negativa. Por esta razão, se nos pontos demarcados aparecer uma tendência para cima ou para baixo, deve-se considerar isto como evidência de que a média do processo mudou.

De acordo com Montgomery (2001), existem duas maneiras de se representar os gráficos CUSUM: o tabular ou algorítmico e o da forma máscara V. Para o presente estudo será detalhada apenas a metodologia para a construção do gráfico CUSUM tabular.

Gráfico CUSUM Tabular (ou algorítmico)

Para se planejar um gráfico de controle CUSUM tabular, são necessários três elementos: o valor de referência k , o intervalo de decisão h e os valores de CMS s desejáveis, quando o processo está sob controle e fora de controle.

Existem vários métodos para a construção de um gráfico de controle CUSUM Tabular. Utilizaremos a metodologia descrita por Montgomery (2001).

Seja x_i a i -ésima observação do processo sob controle. Como premissa básica, supomos que os dados coletados seguem distribuição normal com média μ_0 e desvio padrão σ . O gráfico CUSUM Tabular é um Plano de Controle de Decisão Intervalar Bilateral Simétrico que utiliza duas estatísticas unilaterais $CUSUM^+$ (Plano Superior) para detectar mudanças positivas e $CUSUM^-$ (Plano Inferior) para detectar mudanças negativas.

Estas estatísticas unilaterais, são denominadas CUSUM superior e inferior, respectivamente. E são obtidas da seguinte forma:

onde os valores iniciais são

As estatísticas acumulam desvios a partir do valor alvo que são maiores do que k , com ambas as quantidades recolocadas em zero ao se tornarem negativas. O fator de sensibilidade k , chamado de valor de referência ou valor de compensação ou folga, está diretamente relacionado com a magnitude da variação que desejamos detectar com o gráfico CUSUM. Quanto menor este fator, menor será a faixa de variação que o gráfico será capaz de detectar e maior será a sensibilidade do gráfico. Assim, se a mudança é expressa em unidades de desvios padrão, então k representa a metade da magnitude dessa mudança:

$$k = \frac{\delta}{2}$$

Onde δ é o tamanho da mudança que se deseja detectar em unidades de desvios padrão.

No algoritmo de soma acumulada para cada amostra são obtidos valores dos desvios que são inseridos numa tabela e acumulados sucessivamente. A soma acumulada destes desvios é comparada com um intervalo de decisão h . Se ou se , então o processo é considerado fora de controle. Conforme Montgomery (2001), um valor razoável para h é cinco vezes o valor do desvio padrão σ , isto é, $h = 5\sigma$.

A seguir têm-se as equações recursivas padronizadas, que apresentam algumas vantagens (Hawkins & Olwell, 1998) sobre as equações não padronizadas. São elas:

onde e .

1.2. Epidemiologia

1.2.1. Conceitos básicos epidemiológicos

Etimologicamente, **epidemiologia** (*epi* = sobre; *demo* = população; *logos* = tratado) significa o estudo do que afeta a população. As definições mais antigas para o termo epidemiologia estão limitadas à preocupação exclusiva com as doenças transmissíveis. Já as definições mais recentes incluem, também, as doenças não-infecciosas, outros problemas de saúde e até os estados pré-patológicos e fisiológicos. Embora não haja consenso em sua definição, a epidemiologia é entendida, em sentido amplo, como o estudo do comportamento coletivo da saúde e da doença. Pereira (1995), por exemplo, define a epidemiologia como o *ramo das ciências da saúde que estuda, na população, a ocorrência, a distribuição e os fatores determinantes dos eventos relacionados com a saúde*.

O objetivo geral da epidemiologia é concorrer para o controle dos problemas de saúde da população, por intermédio do melhor conhecimento da situação, de seus fatores determinantes e das melhores oportunidades de prevenção, de cura e de reabilitação. A epidemiologia fornece os conceitos, o raciocínio e as técnicas para estudos populacionais, no campo da saúde.

Com a finalidade de detectar variações de tendências, traçar o perfil de doenças e problemas julgados prioritários, e agir em função desse diagnóstico, a sociedade custeia um sistema conhecido como “**vigilância epidemiológica**”. Essa importante arma da saúde pública pode ser simplesmente definida como um meio de obter dados que permitam descrever as características das doenças e adotar medidas de controle para prevenir sua propagação (Pereira, 1995).

As informações produzidas pelo sistema de vigilância epidemiológico funcionam como um mecanismo de alerta sobre a incidência de determinados agravos a saúde. O seu objetivo geral é gerar a informação pertinente e promover o seu uso com o propósito de tomar medidas para melhorar a saúde pública (Pereira, 1995).

As principais atividades de um sistema de vigilância epidemiológica incluem a coleta, análise e interpretação de dados de rotina; investigação epidemiológica; recomendação ou aplicação de medidas de controle e divulgação das informações.

Para a formulação e análise do problema do presente trabalho, é importante a apresentação de conceitos epidemiológicos empregados nos estudos gerais sobre infecção.

Primeiramente, o conceito de **infecção** consiste na invasão e no desenvolvimento ou multiplicação de um agente infeccioso no organismo do homem ou de outro animal. A multiplicação de bactérias da flora normal do trato intestinal, por exemplo, não é considerada infecção. O resultado da infecção pode manifestar-se clinicamente ou não. A presença de agentes infecciosos vivos na superfície do corpo ou em roupas e objetos não constituem infecção, mas **contaminação**. Define-se por **colonização** a simples localização de agentes biológicos na pele e mucosas, nas quais se reproduzem sem causar infecção ou doença.

As infecções são classificadas e definidas como:

- a) **infecção hospitalar**: aquela adquirida após a admissão do paciente e que se manifesta durante a internação ou após a alta, sempre que puder ser relacionada com a internação ou com procedimentos hospitalares;
- b) **infecção comunitária**: aquela constatada ou em incubação no ato de admissão do paciente, desde que não relacionada com internação anterior no mesmo hospital.

Doença dos seres humanos e dos animais resultante de uma infecção e caracterizada pelo aparecimento de sintomas é chamada de **doença infecciosa**. Como os sintomas podem ser leves e inespecíficos, o limite entre infecção e doença nem sempre é preciso; depende dos métodos e dos diagnósticos utilizados. (Rodrigues, 2000)

Um **surto** resulta do surgimento de vários casos de uma doença, causada pelo mesmo agente infeccioso, num mesmo território ou região e em curto espaço de tempo. Portanto, um surto de infecção hospitalar significa o aumento da incidência de infecções hospitalares, além das expectativas habituais, em um determinado período e em localidade bem definida (Pereira, 1995).

Uma **epidemia**, por outro lado, resulta da incidência alta, acima da média de anos/períodos anteriores, de grande número de casos da mesma doença, em áreas geográficas e de tempo em contínuo alargamento. Uma epidemia é, na realidade, uma etapa na evolução da doença na coletividade (Pereira, 1995).

As epidemias são provocadas por agentes infecciosos, vírus e bactérias, mas, eventualmente, a mesma definição pode ser utilizada para caracterizar comportamentos sociais que se replicam. Quando a doença é relativamente constante, em uma área, ela é dita “endêmica”, não importando se a frequência é alta ou baixa.

1.2.2. Controle de infecção hospitalar

Dentro do controle epidemiológico podemos ressaltar o controle para o acompanhamento das infecções classificadas como sendo hospitalares.

O diagnóstico de infecção hospitalar é realizado através da observação direta do paciente e/ou análise de seu prontuário e envolve o uso de alguns critérios técnicos, previamente estabelecidos, tais como:

- Quando não houver evidência clínica ou laboratorial de infecção no momento da internação no hospital, convencionou-se infecção hospitalar toda manifestação clínica de infecção que se apresentar após 72 horas da admissão no hospital;
- Aquelas manifestadas antes de 72 horas da internação, quando associadas a procedimentos médicos realizados durante esse período;
- Os pacientes transferidos de outro hospital são considerados portadores de infecção hospitalar do seu hospital de origem;
- As infecções de recém-nascidos são hospitalares, com exceção das transmitidas pela placenta ou das associadas a bolsa rota superior a 24 horas.

Qualquer pessoa que é obrigada a internar-se em ambiente hospitalar para tratamento médico está sujeita a contrair uma infecção hospitalar, que está diretamente relacionada ao tempo de internação e procedimento a ser realizado. (Rodrigues, 2000)

Medidas práticas para controlar a infecção hospitalar

Dispõe-se, hoje em dia, de numerosas medidas de controle e prevenção de infecções hospitalares, dentre as principais medidas, a mais eficaz é a higienização das mãos, que pode ser complementada com álcool gel. Dessa forma reduzem-se as chances de uma transmissão cruzada, ou seja, evita-se a transmissão de microrganismos de um paciente infectado para o outro e também para a equipe assistencial.

Outra medida é o treinamento da equipe. Profissionais capacitados executam com segurança os procedimentos técnicos, o que consequentemente resulta em melhor qualidade na assistência ao paciente.

A questão do uso racional de antimicrobianos também é primordial para que seja evitado o surgimento de bactérias mais resistentes e de difícil controle no ambiente hospitalar.

Os protocolos de limpeza e desinfecção de materiais e equipamentos utilizados em pacientes também auxiliam na prevenção de infecções, bem como a separação dos pacientes portadores de microrganismos de relevância epidemiológica dos demais pacientes.

O programa brasileiro de controle de infecções

Historicamente, no Brasil, o Controle das Infecções Hospitalares teve seu marco referencial com a Portaria MS nº 196, de 24 de junho de 1983, que instituiu a implantação de Comissões de Controle de Infecções Hospitalares em todos os hospitais do país, independente de sua natureza jurídica.

Embora alguns profissionais de saúde no país já se preocupassem com o assunto desde a década de 70, o Programa tomou novos rumos com a morte do Pres. Tancredo Neves, quando o país assistiu atônito à luta da equipe médica contra um processo infeccioso causado por bactérias resistentes que culminou com a morte do Presidente.

Na ocasião, o Ministério da Saúde optou pela criação de Centros de Treinamento (CTS) em Infecção Hospitalar, onde profissionais da área de saúde eram treinados e se tornavam multiplicadores dessa área. Comissões de Controle de Infecção Hospitalar eram instaladas nos hospitais assessorando o Corpo Clínico Nosocomial na implantação das medidas controladoras da infecção hospitalar.

Atualmente, as diretrizes gerais para o Controle das Infecções em Serviços de Saúde são delineadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde, através da Unidade de Controle de Infecções em Serviços de Saúde (UCISA), e novo impulso tem sido dado no sentido de enfrentar a problemática das infecções relacionadas à assistência.²

² Prevenção de Infecções e Unidade de Terapia Intensiva –IrAs, UNIFESP, Anvisa, 2000. <<http://www.professores.uff.br>>

Novas linhas de pesquisa vêm se delineando na busca de soluções que efetivamente possam deter a trajetória desse processo infeccioso adquirido nos hospitais brasileiros.

1.3. A Epidemiologia e o Controle Estatístico da Qualidade

1.3.1. Paralelo histórico

De acordo com a enfermeira inglesa Florence Nightingale (1820-1910), durante a Guerra da Criméia, *no Hospital de Scutari havia 6 quilômetros de corredores sujos, que se transformaram em 6 quilômetros de camas apinhadas. Havia ratos, moscas, vazamentos e nenhuma água corrente.* Diante de tal situação, em 1854, ela implantou o primeiro modelo de melhoria contínua da qualidade em saúde baseando-se em dados estatísticos e gráficos. Isso levou à queda das taxas de mortalidade de 42,7% para 2,2%, seis meses após sua chegada. Seu modelo consistia, basicamente, em rígidos padrões sanitários e cuidados de enfermagem. Este episódio aconteceu muitos anos antes da criação da primeira carta de controle, feita pelo físico e pesquisador dos laboratórios Bell nos EUA, Walter Shewart, em 1924.

Mais tarde, dois dos maiores pesquisadores da área de qualidade, Dr. W. Edwards Deming e J.M. Juran fizeram referências em suas obras à possibilidade de aplicação de métodos de controle estatístico em serviços da saúde. E por volta de 1950, foi sugerido o uso do Controle Estatístico de Processos (CEP) em laboratórios.

Na década de 80, o médico Donald Berwick coordenou um projeto com o objetivo de comprovar a aplicabilidade dos conceitos e métodos de Gestão pela Qualidade Total na área de saúde. Algumas instituições de saúde receberam assistência de consultores de qualidade, para a solução de problemas do dia-a-dia. Esses consultores vinham de empresas da área industrial, como a Xerox, a IBM e a Hewlett-Packard, conhecidas pelo sucesso de seus programas de qualidade. A melhoria na qualidade, a diminuição de

custos e o aumento da produtividade levaram os consultores a constatar que a Gestão pela Qualidade Total poderia, também, funcionar na área da saúde.

Desde 1990, houve um aumento relativo no uso de gráficos de controle em hospitais; gráficos esses que começaram a serem utilizados, também, em hospitais psiquiátricos e ambulatorios.

No Brasil, por volta da década de 70, os pioneiros no movimento pela Qualidade foram os professores Vicente Falconi Campos e José Martins de Godoy. O caminho seguido foi semelhante ao de outros países: de início na indústria, estendendo-se depois à área de serviços e, um pouco mais tarde, ao setor de saúde (Nogueira, 2003).

1.3.2. Relação entre a terminologia de CEQ e epidemiologia

Existem similaridades entre os objetivos e métodos da engenharia de qualidade industrial e os da epidemiologia. Se a linguagem e a terminologia são levemente modificadas por epidemiologistas em vários trabalhos, muitas dessas formulações podem ser lidas facilmente, como se elas tivessem sido escritas por um engenheiro da qualidade. A maioria dos profissionais da saúde revela que vê o CEQ como um conjunto adicional de ferramentas de que os epidemiologistas podem fazer uso quando e onde for apropriado (Zanini, 2006).

O Quadro 3 resume várias similaridades entre os conceitos e a terminologia da epidemiologia e do CEQ. Programas de epidemiologia hospitalar preocupam-se com infecções endêmicas (sistêmicas) e epidêmicas (não-sistêmicas), que na terminologia CEQ equivalem à variabilidade natural (causa comum) e não natural (causa especial), respectivamente.

Quadro 3: Relação entre conceitos e terminologia de CEQ e Epidemiologia

Controle Estatístico de Qualidade	Epidemiologia
Varição natural	Varição genérica
Eventos de causa comum	Eventos endêmicos
Sob controle estatístico	Taxa de infecção constante em níveis aceitáveis
Varição não natural	Varição não endêmica
Evento de causa especial	Evento adverso (indesejável)

Monitoramento do processo	Vigilância de infecções
Aumento na taxa do processo	Epidemia ou surto
Pontos fora de controle	Sinal de alerta
Limites de controle	Limites de ação ou limiares
Regras de controle	Tendência à doenças
Confiança	Especificação
Alarme falso, erro tipo 1	Valor preditivo positivo*
Poder para detectar variações no processo	Sensibilidade
Erro tipo 2	Valor preditivo negativo*
Redução de causa comum e especial de variação	Redução de eventos epidêmicos e endêmicos
Gráficos de controle de planejamento ótimo	Uso dos limites de 2σ versus 3σ ou outros limites limiares
Métodos de confiabilidade e filas	Análise de duração, prevalência e incidência

* Conceitos precisamente não idênticos

Fonte: Adaptação Zanini, 2006.

1.3.3. O Controle e sua adaptação à epidemiologia

A metodologia estatística gráfica consiste na confecção e análise estatística dos gráficos de controle para estudar as variações dos dados coletados. Os gráficos de controle são gráficos baseados na teoria de probabilidades que permitem comparar a incidência observada de um determinado evento com os limites máximo e mínimo da incidência esperada. O princípio básico destes gráficos aplicados ao controle das infecções hospitalares é que suas taxas podem exibir variações naturais em torno da taxa média e que os valores mais distantes apresentam uma menor probabilidade de ocorrerem ao acaso. A observação da ocorrência dessas infecções e a avaliação da sua variabilidade mostram que sua incidência em um determinado período de tempo tende a seguir uma distribuição de probabilidade estatística de ocorrência que frequentemente se aproxima da distribuição Normal.

Observa-se na Figura 3 a seguir um exemplo de gráfico de controle da incidência de infecção hospitalar (IH) em uma unidade durante um período de 16 anos.

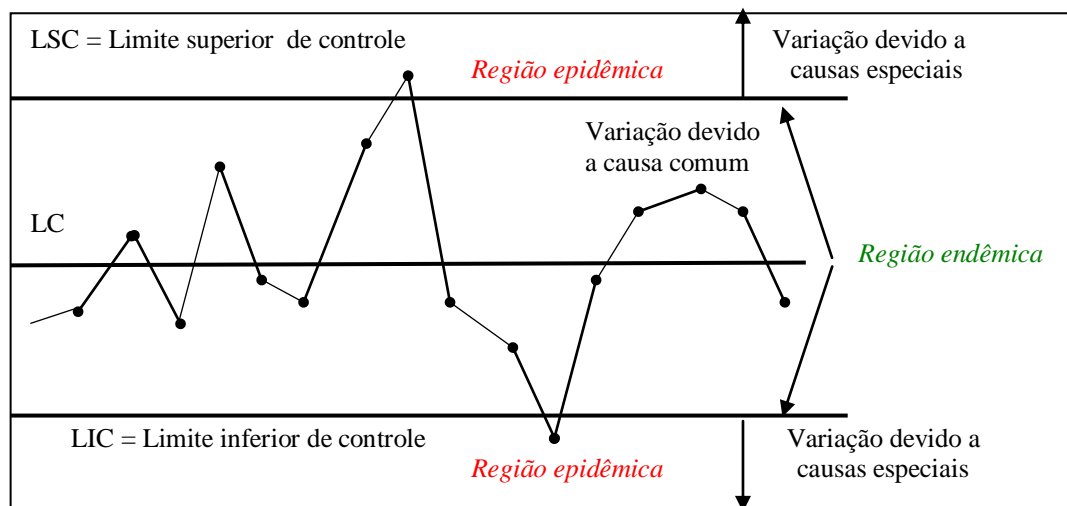
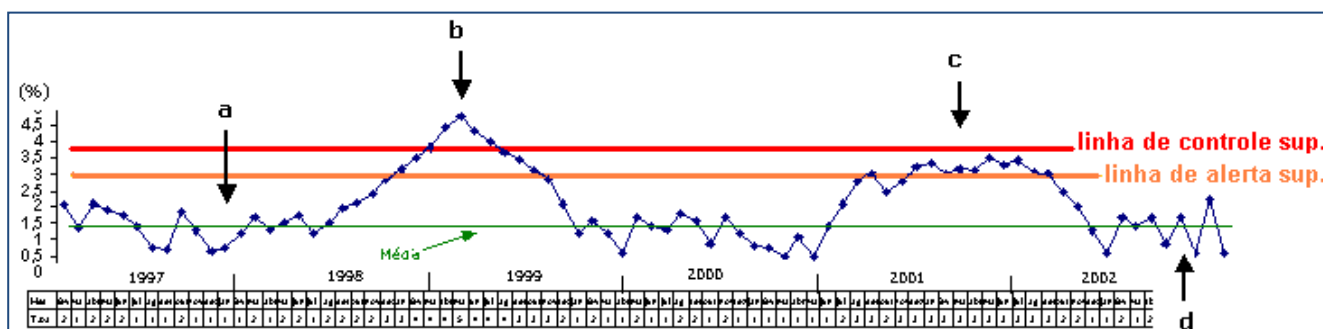


Figura 3. Ilustração esquemática de um gráfico de controle hospitalar (Fonte: Finison, 1993).

Existe uma fase de “normalidade”, em que as frequências são endêmicas ou não há casos de doença e, outra, de “anormalidade”, caracterizada por alta incidência do evento, significativamente bem acima do que o período anterior (Pereira, 1995).

A Figura 4 apresenta graficamente uma possível epidemia ou surto acompanhado de uma retomada ao nível endêmico ao longo de um dado período de tempo. O nível endêmico é caracterizado pelo número de casos esperados e a linha vermelha representa a **Linha de Controle Superior** (média típica + 3x desvio padrão) e a linha laranja representa a **Linha de Alerta Superior** (média típica + 2x desvio padrão).



Fonte: Dra. Maristela Freitas – CCIH/CAISM – CVE/SP – www.cve.saude.sp.gov.br

Legenda:

- a = nível endêmico
- b = surto (ou epidemia)
- c = elevação de incidência acima do nível endêmico
- d = nível endêmico retomado

Figura 4. Representação gráfica da incidência de uma doença entre os anos de 1997 e 2002.

Para detectar o nível endêmico de algumas doenças, deve-se montar uma “vigilância epidemiológica”, o que permite prever a proximidade de epidemias e indicar a época em que devem ser adotadas medidas mais enérgicas destinadas a evitá-las.

Objetivos

Objetivo geral

Esse trabalho tem por objetivo investigar as possíveis causas da redução de ocorrências de infecções por *Staphylococcus Aureus Resistente à Oxacilina* (SARO), bem como propor uma forma de controlar as ocorrências de infecção bacteriana na UTI do HUB.

Objetivos específicos

- Criar um banco de dados retrospectivo de forma que se tenha um histórico das infecções hospitalares na UTI;
- Realizar uma análise descritiva do tempo entre ocorrências de infecções para SARO e as demais bactérias (AEDS);
- Verificar a hipótese de redução de ocorrências de infecções por SARO em decorrência da competição com outras bactérias;
- Verificar a hipótese de redução de ocorrências de infecções por SARO em decorrência do início da retro-alimentação;
- Colaborar e dar suporte a CCIH do HUB no âmbito estatístico, sugerindo a utilização de gráficos de controle adequados para monitorar, controlar e prevenir a ocorrência de infecção bacteriana na UTI do HUB.

Contextualização da Pesquisa

3.1. Local da pesquisa

O Hospital Universitário de Brasília (HUB) é um hospital público ligado a UnB. Este localiza-se na via L2 Norte e serve à comunidade do Distrito Federal nos níveis primário, secundário e terciário, recebendo ainda pacientes das cidades do entorno de Brasília e oriundos de várias outras Unidades da Federação, sendo, portanto, um hospital de referência onde se desenvolve um importante trabalho de ensino, pesquisa e assistência. Conta atualmente com 33 especialidades médicas e 289 leitos, dos quais 6 pertencem à UTI. Possui ainda 121 salas de Ambulatório. Seu Corpo Clínico é formado por diversos profissionais da área de saúde: professores da UnB, servidores do Ministério da Saúde e profissionais contratados.³

3.2. Infecção bacteriana

Os principais agentes causadores de infecção hospitalar são as bactérias multirresistentes (BMR), porém não são as únicas. As BMRs são microrganismos resistentes a quase a totalidade das classes de antimicrobianos testados em exames microbiológicos, incluindo aqueles antimicrobianos considerados de uso controlado e de uso restrito pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH). A caracterização de uma bactéria multirresistente depende de fatores clínicos, epidemiológicos e microbiológicos.

As UTIs são reservatórios frequentes de todos tipos de bactérias, em especial das BMRs. A transmissão entre os pacientes é amplificada em UTI, em função da menor adesão à higienização das mãos, associada ao excesso de trabalho (Figura 5).

³ <<http://www.hub.unb.br/institucional.html>> acessado em 03/01/2011.



Figura 5. Representação da origem do problema de infecções por BMR (Fonte: Prevenção de Infecções e Unidade de Terapia Intensiva –Iras, UNIFESP, Anvisa, 2000).

Essas infecções por BMR são comumente causadas por *Estafilococos* resistentes à Metilicina, *Enterobactérias* e *Pseudomonas*. A identidade do organismo causador pode fornecer alguma indicação em relação à sua fonte, todavia, certas bactérias têm significado especial porque podem causar grandes surtos em todo hospital.

Para o presente estudo, serão classificados como agentes etiológicos causadores de infecções/colonizações relacionadas à assistência em saúde hospitalar as seguintes bactérias, já estudadas e especificadas pela equipe da CCIH do HUB: *Pseudomonas ssp.*, *Klebsiella ssp.*, *Acinetobacter ssp.*, *Enterococcus ssp.*, *Enterobacter ssp.*, *Serratia ssp.*, *Staphylococcus aureus* resistente à *Oxacilina*, bem como bactérias gran-negativas não fermentadoras. A abreviatura "ssp." indica "várias espécies". Dependendo de cada situação, tais agentes podem ser considerados multirresistentes, sendo que a identificação deve ser feita com base em antibiogramas de resultados positivos.

E serão considerados casos de infecções hospitalares quaisquer resultados positivos para os patógenos de interesse obtidos através de exames laboratoriais, sejam eles por infecção ou colonização. Serão caracterizadas como Agentes Etiológicos diferentes de SARO (AEDS) todas àquelas bactérias já definidas anteriormente, com exceção da bactéria *Staphylococcus aureus* resistente à *Oxacilina* (SARO).

Neste trabalho, a presença de um surto de infecção hospitalar por agentes etiológicos será caracterizada, com base em critérios quantitativos, quando houver comprovado aumento de casos de infecção por estes microrganismos, ultrapassando os níveis endêmicos pré-estabelecidos pelos parâmetros de vigilância epidemiológica e apresentando valores observados fora dos limites de controle.

3.3. Fontes de dados

Para acompanhar a evolução das incidências de infecções, as autoridades sanitárias recorrem às fontes de dados disponíveis nos hospitais, sendo que, de acordo com Pereira (1995), as 10 principais fontes de dados para vigilância epidemiológica são:

- Notificação compulsória de casos;
- Prontuários médicos;
- Atestados de óbitos e registros de anatomia patológica;
- Resultados laboratoriais;
- Registros de banco de sangue;
- Investigação de casos e de epidemias;
- Inquéritos comunitários;
- Distribuição de vetores e reservatórios;
- Uso de produtos biológicos;
- Notícias veiculadas na imprensa.

Para este trabalho, serão utilizados, como principal fonte de dados, os resultados laboratoriais. O laboratório de microbiologia é particularmente útil em vigilância epidemiológica, pois retêm informação sobre agentes infecciosos isolados de amostras enviadas a exame por motivos clínicos diversos (Pereira, 1995). A ocorrência e as características das bactérias presentes nesse estudo constituem exemplos de informações obtidas por esta via.

Os laboratórios, por serem locais de confirmação diagnóstica, são valiosos na detecção de casos de doenças sujeitas à notificação. Na base do resultado produzido em laboratório estão os médicos que iniciam o processo de pedidos de exame ou de retirada do material biológico. Um problema no uso de informações de laboratório, em vigilância rotineira de doenças infecciosas, é a habitual demora na obtenção de resultados (Pereira, 1995). Esta demora constitui um fator negativo, impedindo uma pronta ação no controle da propagação da doença.

3.4. Limitações da pesquisa

i. Automação e Informatização

A partir do mês de agosto de 2009, o laboratório de microbiologia do HUB passou a ser automatizado, dando mais agilidade e rapidez ao processo de realização e entrega dos resultados dos exames, o que pode ser considerado um avanço. Todavia, todo o processo de registros de internação, acompanhamento do paciente, solicitação de exames, prescrições médicas e outros, não são informatizados até o presente momento nesse hospital. Essa limitação influi de certa forma na qualidade dos dados. (Turnes, *a ser publicado*)

ii. Registro de eventos relevantes

Eventos externos ou internos a um processo de controle podem determinar mudanças na condução de alguns procedimentos, bem como no comportamento das pessoas que estão inseridas no processo. Consequentemente, supõe-se que, em decorrência, pode haver também uma alteração no comportamento das variáveis que estão sendo estudadas, dentro desse contexto. Por exemplo: as medidas preventivas ao combate da Gripe A, além de evitarem ou diminuírem os casos da referida gripe, poderão causar também uma diminuição no número de outros tipos de episódios virais ou infecciosos dentro de uma unidade hospitalar, pois essas medidas acarretam maior rigor na aplicação dos protocolos usuais de prevenção à infecção hospitalar. Sendo assim, o momento em que se iniciam certas medidas ou mudanças são registrados e, a partir daí, passa-se a observar se há alteração no comportamento das variáveis que estão sendo pesquisadas. (Turnes, *a ser publicado*).

iii. Programa de Retroalimentação

Iniciado no final de julho de 2007, um programa de retro-alimentação está sendo implantado gradativamente na UTI e consiste do seguinte:

- Reuniões periódicas entre os responsáveis da UTI e a equipe da CCIH para atualização das informações e trocas de experiências relativamente ao controle de infecção por SARO;

- Envio de correspondências em forma de memorandos ou cartas, acusando situações de alerta ou informando melhora na vigilância;
- Colocação de um mural da CCIH na UTI, a partir de agosto de 2009. Constam nesse mural: notícias e artigos de interesse para o controle de infecção hospitalar.

Metodologia

4.1. Coleta, apuração dos dados e seleção das variáveis

A exemplo de outros hospitais brasileiros, o HUB possui um sistema de registros laboratoriais de fluxo contínuo com entradas de todos os casos de infecção hospitalar ocorridos no hospital, bem como os dados de pedidos de culturas. Estes registros encontram-se relatados em atas, escritos a mão, feitas no Laboratório de Microbiologia, constando informações sobre a bactéria provocadora de infecção e todas as ocorrências de infecções para todas as clínicas do hospital.

A partir desses registros vem sendo montado um banco de dados com as seguintes características dos resultados positivos para as diversas bactérias de interesse na UTI do HUB: registro do prontuário do paciente, data do resultado do exame, quantidade de dias entre infecções/colonizações e topografia laboratorial. Para tal estudo, os casos de topografias laboratoriais a serem considerados neste banco de dados são urocultura, hemocultura e secreções.

Para o monitoramento que vem sendo feito desde 2003 sobre a ocorrência de infecção/colonização por SARO na UTI do HUB optou-se por avaliar a evolução do comportamento da variável número de dias entre infecções/colonizações (DEI). Logo, com o intuito de comparar as ocorrências de SARO com as demais bactérias, a variável que conduzirá o monitoramento e controle das demais infecções também será o número de dias entre infecções. Segundo Finison (1993), essa medida fornece uma sensibilidade maior e encoraja a construção de gráficos em tempo real. Os exemplos seguintes ilustram o significado da variável 'Dias-entre-infecções': se uma infecção/colonização é registrada em 4 de fevereiro e a seguinte, em 23 de fevereiro, então DEI é igual a 19. Se duas infecções/colonizações ocorrem no mesmo dia, DEI é igual a zero. A ocorrência de um resultado positivo para SARO zera os DEI e a contagem dos dias entre

infecções/colonizações recomeça. À medida que o número de infecções/colonizações aumenta, DEI decresce e, se o número de infecções/colonizações diminui, DEI aumenta. Dessa forma, um aperfeiçoamento no controle de infecção/colonização é caracterizado por valores médios mais altos de DEI e pela ausência de intervalos demasiadamente curtos/longos (Turnes, *a ser publicado*).

4.2. Análise dos dados

Foi feito, preliminarmente, um estudo de consistência do banco de dados, os quais em seguida foram tratados estatisticamente através da Análise Exploratória de Dados. Essa metodologia emprega grande variedade de técnicas gráficas e de tabulação visando maximizar a obtenção de informações na estrutura dos dados, descobrir variáveis importantes e determinar o número otimizado de variáveis. Esta fase permite perceber as tendências e o provável comportamento da distribuição de um conjunto de dados, e a partir destes resultados que técnicas estatísticas e tratamentos adequados para esse estudo foram definidos.

Para o delineamento do controle estatístico do processo foram utilizadas ferramentas da qualidade com ênfase em Gráficos de Controle. Tais resultados foram obtidos através do uso do Excel e do *software* Minitab 15.

Para o estudo univariado realizado sobre as ocorrências de SARO e AEDS, optou-se pelo uso do gráfico de controle CUSUM (para valores individuais), pois este permite determinar o instante estimado da alteração do processo. Essas alterações geralmente antecedem uma mudança de estado do processo e, servem, especialmente, em ambientes hospitalares, para o balizamento de alertas antecipados, os quais podem evitar sequências indesejáveis de infecções por bactérias ou qualquer outro tipo de patógeno.

Neste estudo, é construído da seguinte maneira: à medida que as ocorrências de infecção são notificadas, o número de dias entre infecções (DEI) é contado e o desvio em relação ao valor alvo calculado e registrado no gráfico (estatística do gráfico).

- Enquanto o número de dias permanecer ajustado ao alvo (em geral, a média dos dias ocorridos entre infecções), os desvios positivos são compensados pelos negativos e a estatística assume o valor zero.
- Quando número de dias entre infecções diminui ou aumenta, afastando-se do valor alvo, a estatística cresce indefinidamente enquanto não se registrar um novo caso.
- Esses dois tipos de comportamento da variável podem evidenciar uma redução dos DEI (possível surto) ou um aumento dos DEI (eventual falta de coleta de material, erro de informação ou detecção negativa devido à falha na coleta de material).

Resultados

Seguindo as diretrizes propostas por Tukey, iniciou-se a pesquisa a partir da análise exploratória dos dados disponíveis tanto para a bactéria SARO quanto para os AEDS. Em seguida foram utilizadas ferramentas da qualidade para o delineamento do controle estatístico do processo.

5.1. Estudo Exploratório

Com o intuito de obter informações na estrutura dos dados, analisou-se, nessa etapa, as seguintes variáveis: topografia do exame, sexo do paciente infectado, número de ocorrências positivas e dias entre infecções (DEI).

5.1.1. Topografia e Sexo

Para a amostra observada, em relação à variável topografia, a Figura 6 indica que os exames obtidos a partir da secreção do paciente obtiveram o maior número de resultados positivos tanto para o SARO quanto para os AEDS, seguido pelo exame de sangue (hemograma).

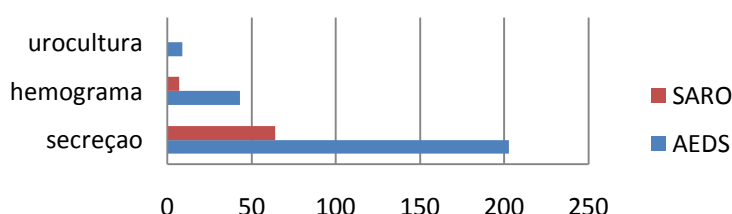


Figura 6. Variável topografia para SARO e AEDS na UTI do HUB – período 2003 a 2010.

Quanto ao sexo, Figura 7, observa-se maior frequência de indivíduos do sexo masculino quanto ao número de ocorrências positivas para SARO e para AEDS.

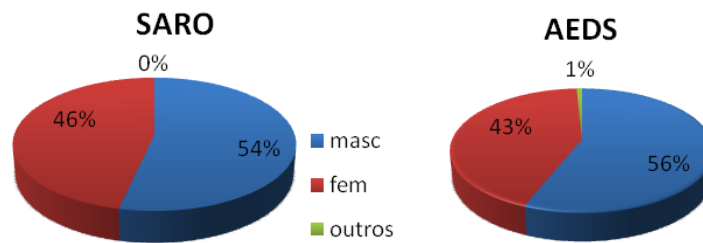


Figura 7. Variável sexo dos pacientes.

* define-se por 'outros' aqueles pacientes que não apresentaram nome e/ou sexo no seu registro.

5.1.2. Número de ocorrências

Pela Figura 8 observa-se que a partir de 2006 o número de casos positivos dos AEDS teve um acréscimo, enquanto que para a bactéria SARO observou-se um decréscimo. Quanto à frequência anual dos casos positivos de AEDS, nota-se que existe um aumento brusco nas frequências anuais a partir de 2008, a média nos últimos três anos é de 59 ocorrências o que representa um aumento considerável, dado que a média nos cinco primeiros anos é de 15,6. Para os casos positivos de SARO, existe uma linha divisória nas frequências anuais, entre 2006 e 2007, a média de ocorrências nos últimos quatro anos reduz-se consideravelmente (11,00 para 6,75). O ano de 2010, entretanto, apresenta uma interrupção no comportamento decrescente do número de casos.

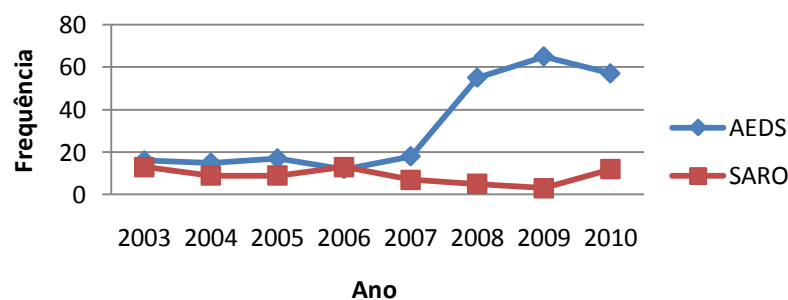


Figura 8. Frequência anual dos casos positivos para SARO e AEDS.

5.1.3. Dias entre infecções (DEI)

De acordo com a Tabela 1, referente ao estudo da variável DEI, observa-se que o tempo médio entre ocorrências de resultados positivos para SARO, no período de 2007 a 2010, apresenta valores mais elevados do que no período de 2003 a 2006. Entretanto,

deve-se ressaltar uma elevada dispersão nos dados, resultando em valores altos para os coeficientes de variação (CV%), e ocorrência de assimetria nas distribuições, uma vez que os valores da mediana são menores que a média. Nota-se também, na maioria dos valores anuais, que a variável apresenta assimetria positiva.

Tabela 1. Sumário estatístico da variável DEI (Dias Entre Infecções) de 2003 a 2010- SARO.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Media	27,5	42,4	34,2	30,3	55,4	74,0	42,3	48,8
Mediana	23	33	18	16	18	49	49	12
Desvio Padrão	19,8	36,1	37,4	32,0	81,0	70,4	35,5	91,1
CV%	72,0	85,0	109,2	105,4	146,2	95,1	83,8	186,6
Mínimo	5	2	3	0	0	9	4	7
Máximo	69	103	119	112	234	162	74	327
Assimetria	0,76	0,77	1,15	1,23	1,44	0,24	-0,18	2,33
Frequência	13	9	9	13	7	5	3	12

De acordo com a Tabela 2 , referente ao estudo da variável DEI de AEDS, observa-se que o tempo médio entre ocorrências de resultados positivos para essas bactérias, no período de 2003 a 2007, apresenta valores mais elevados do que no período de 2008 a 2010. Em 2008 houve uma queda na média, relativamente expressiva, devido a uma sequência indesejável de casos positivos, ocorrida no início daquele ano. Deve-se ressaltar, aqui também, a elevada dispersão nos dados, que resultou em elevados valores dos coeficientes de variação. Nota-se também que os valores anuais da variável, em sua maioria, apresentam assimetria positiva, com destaque para o ano de 2008 que apresentou uma assimetria expressivamente maior que os demais anos.

Tabela 2. Sumário estatístico da variável DEI (Dias Entre Infecções) de 2003 a 2010-AEDS.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Média	21,0	25,8	21,5	26,2	23,1	6,5	5,7	6,4
Mediana	10,5	20	19	26,5	15	4	4	4
Desvio Padrão	25,8	21,4	14,6	27,5	22,8	10,3	6,9	7,0
CV %	122,9	83,1	68,1	105,1	98,7	158,8	120,8	110,3
Mínimo	0	5	2	0	0	0	0	0
Máximo	91	72	58	100	76	69	35	29
Assimetria	1,24	1,02	0,89	1,38	0,88	4,21	1,85	1,64
Frequência	16	15	17	12	18	55	65	57

A Figura 9 confirma as conclusões obtidas nas tabelas anteriores com relação ao comportamento de DEI ao longo dos anos.

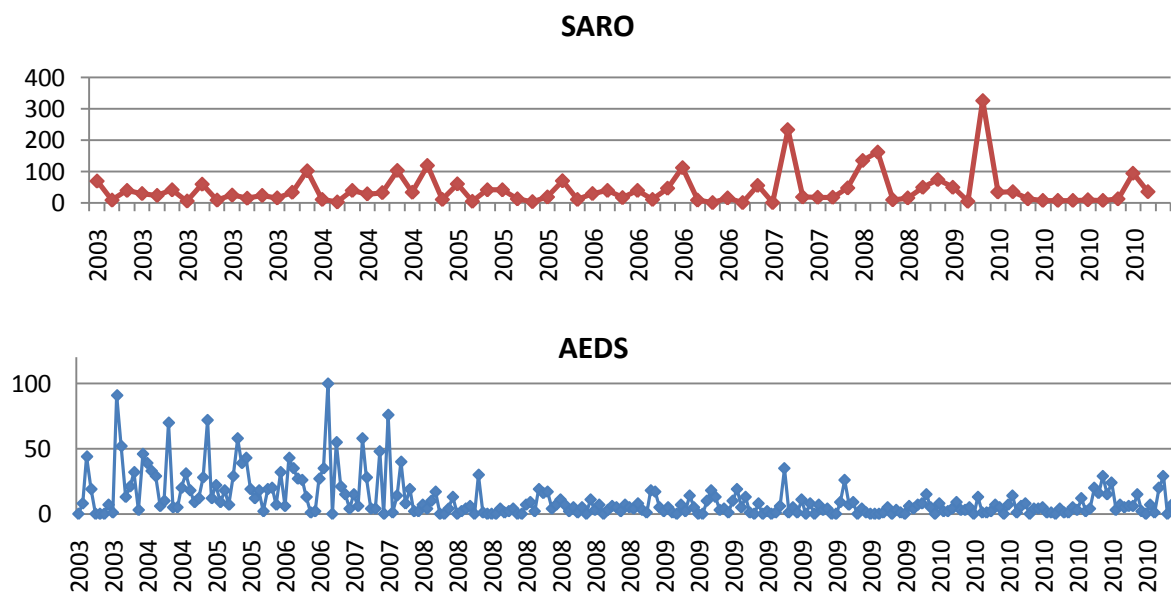


Figura 9. Dias entre Infecções de 2003 a 2010 - SARO e AEDS.

5.2. Análise de Controle Estatístico de Qualidade

Com o objetivo de identificar quais agentes etiológicos diferentes de SARO (AEDS) são responsáveis pela maior parcela dos casos positivos de infecção hospitalar, utilizou-se o gráfico de Pareto, Figura 10. Para facilitar as análises nas etapas seguintes, e utilizando uma explicação de 91% dos dados, serão consideradas como AEDS as cinco principais bactérias causadoras de infecções hospitalares na UTI do HUB no período estudado. Sendo estas as seguintes bactérias: *Pseudonomas spp.* (PSEU), *Klebsiella spp.* (KLEB), *Acinetobacter spp.* (ACIN), *Enterobacter spp.* (EBAC) e *Enterococcus spp.* (ECOC).

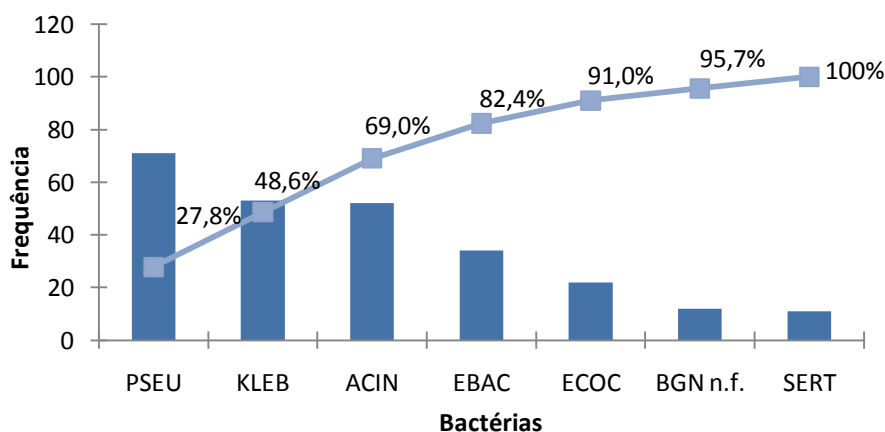


Figura 10. Gráfico de Pareto para número de ocorrências de AEDS no período de 2003-2010.

A Figura 11 mostra que estas bactérias apresentaram um aumento no número de ocorrências a partir de 2007, com destaque maior para a bactéria ACIN, que apresentou um aumento expressivo até o ano de 2010.

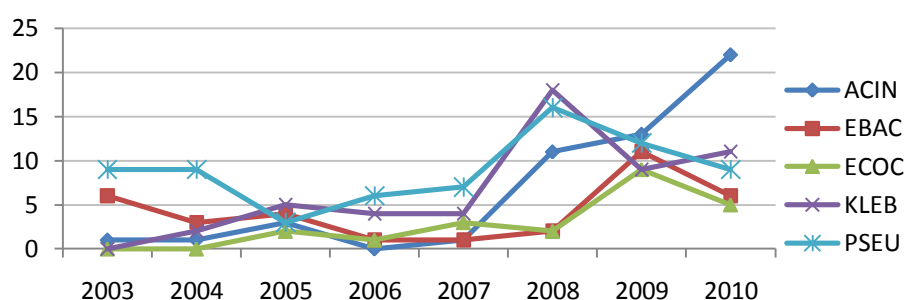


Figura 11. Ocorrências anuais dos AEDS.

Em todas as análises feitas para a variável DEI, houve indícios de uma quebra no comportamento dessa variável a partir de 2007, tanto para SARO quanto para AEDS. Feita essa constatação, para dar continuidade às análises de controle de qualidade, optou-se por separar a variável em dois períodos (ambos de quatro anos), período 1 (de 2003 a 2006) e período 2 (de 2007 a 2010).

5.2.1. SARO

Atualmente, no hospital em foco, o controle estatístico de infecções por SARO vem sendo feito com a utilização dos gráficos CUSUM. Os parâmetros necessários para o planejamento desses gráficos, descritos em livros de controle de qualidade, consideram, em geral, apenas o caso em que a variável de interesse é normalmente distribuída. Logo, o primeiro passo para a construção dos gráficos de controle faz-se com o teste de normalidade dos dados coletados. O gráfico de probabilidade ajuda a determinar se os dados se ajustam a uma distribuição específica. A Figura 12a ilustra o gráfico de probabilidade para a variável DEI – SARO no período de 2003 a 2006 (período 1). O p-valor associado à estatística do teste Anderson Darling⁴ é menor que os níveis de significância usuais ($p\text{-valor} < 0,005$), indicando que a variável não se comporta como desejado. Visualmente, a não-normalidade também é observada pela distância entre os dados e a linha central diagonal.

⁴ R.B. D'Augustino and M.A. Stephens, Eds. (1986). Goodness-of-Fit Techniques. Marcel Dekker.

Além de não apresentar normalidade, a variável DEI apresenta um número elevado de valores zero. Ou seja, houve muitas ocasiões onde ocorreram mais de uma infecção positiva no mesmo dia. Diante da situação, optou-se por acrescentar valores aleatórios entre zero e um, considerando que os resultados de exames positivos não foram obtidos no mesmo horário do dia.

Para contornar o problema de falta de normalidade, sugere-se o uso da transformação Box-Cox⁵ sobre os dados originais. Segundo Montgomery (2004), essa transformação é uma boa alternativa para a obtenção de observações que seguem uma distribuição aproximadamente normal. A transformação de Box Cox consiste em transformar os dados através da estimativa do parâmetro λ . Uma vez obtido o valor de λ para o período 1 de SARO ($\lambda = 0,3434$), encontramos os valores dos dados transformados e utilizamos estes novos dados para efetuar as análises.

A suposição de normalidade foi satisfeita depois da transformação, de acordo com o diagnóstico gráfico (Figura 12b) e teste de Anderson-Darling (p-valor= 0,811).

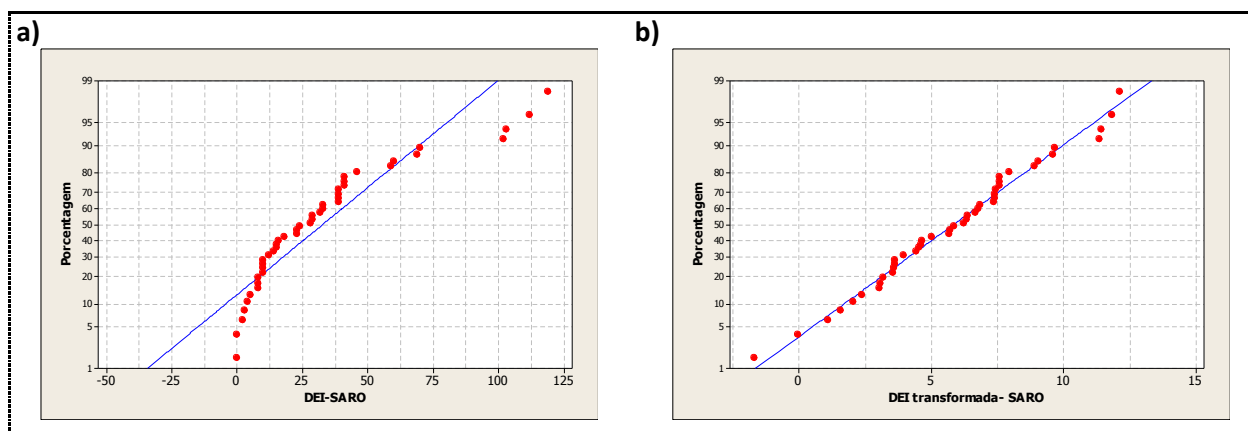


Figura 12. Gráficos de probabilidade Normal para variável DEI-SARO (período 1):

a) dados originais; **b)** dados transformados.

Para aplicar o gráfico CUSUM, a transformação Box-Cox obtida para o período 1 ($\lambda = 0,3434$) foi aplicada também ao tempo entre incidências do período 2, visto que a variável original não apresenta distribuição normal. Os resultados estão apresentados nas Figuras 13 para o período completo, na Figura 14 para o período 1 e na Figura 15 para o período 2, sendo que o gráfico CUSUM para o período 2 foi feito a partir dos dados

⁵ Cook, R. D. and Wang, P. C. (1983), "Transformations and Influential Cases in Regression".

transformados para o período em referência ($\lambda = 0,113$). As estimativas dos parâmetros dos gráficos de controle CUSUM estão resumidas na Tabela A1 no apêndice A.

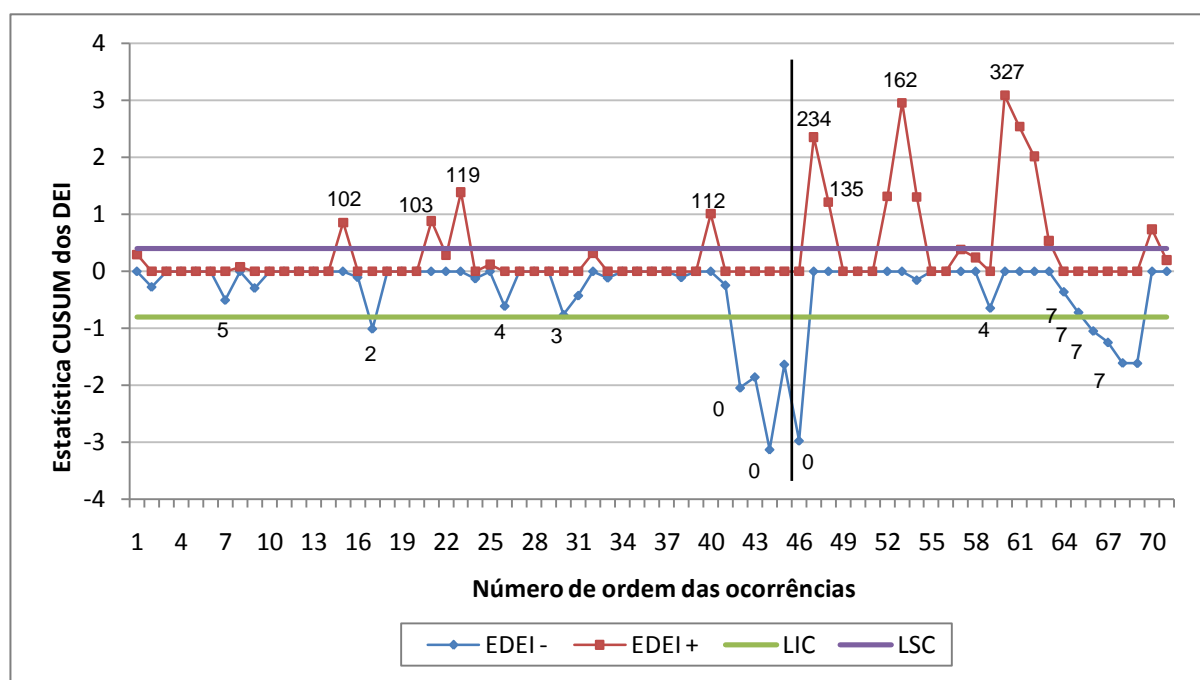


Figura 13. Gráfico CUSUM para dados transformados de SARO - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

No gráfico acima, o ano de 2003 começa na observação 1 e o ano de 2007 na observação 45. Observa-se que no final de 2006 ocorreu uma sequência de resultados positivos em pequenos intervalos de tempo. O ano de 2006, entretanto, foi atípico devido ao grande número de casos positivos ocorridos durante o mês de novembro, número este bastante superior ao esperado mensalmente (Figura 14). Essa sequência de ocorrências indesejáveis representou um sinal de alarme para as equipes assistencial e de vigilância, embora não possa ser classificado como surto, pois todos os casos foram de colonização. Em decorrência, algumas medidas corretivas foram tomadas, entre elas a implementação de um programa de retro-alimentação na UTI. Nota-se que, desde então, a ocorrência de grandes espaçamentos entre casos positivos (234, 135, 172 e 327 dias) aumentou, apontando para uma melhoria no processo de vigilância. Os limites de controle foram obtidos para o primeiro período, e indicam que, a partir de 2007 (segundo período) houve uma quebra no comportamento da variável DEI.

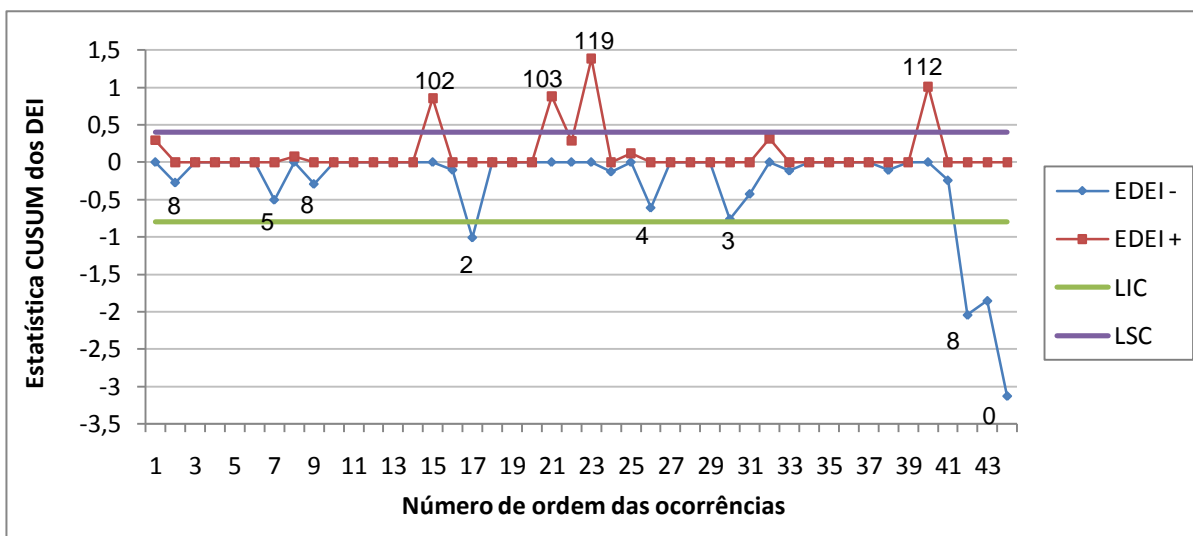


Figura 14. Gráfico CUSUM para dados transformados de SARO - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período 1 (2003 a 2006).

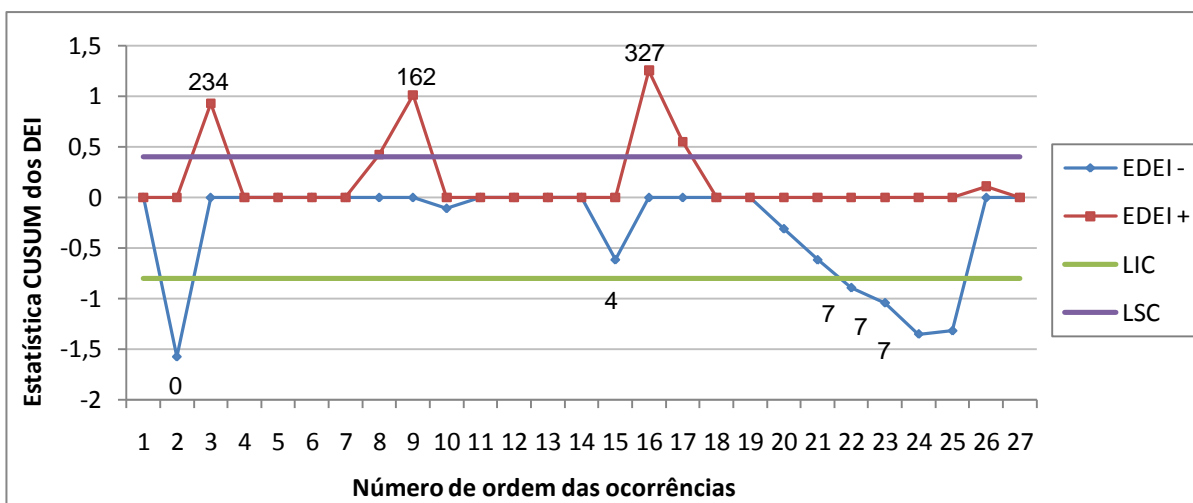


Figura 15. Gráfico CUSUM para dados transformados de SARO - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período 2 (2007 a 2010).

Verifica-se na Figura 15 que, a partir de 2007 até 2009 o valor médio teve um acréscimo considerável, o que pode ser atribuído, em princípio, a uma melhoria na vigilância. Em 2010, entretanto, essa tendência não se manteve. Nesse período crítico houve falha na notificação dos casos por parte da CCIH e também na vigilância, por falta de adesão às medidas protocolares, pela equipe assistencial. Porém, não se caracterizou um surto tendo em vista que, pelo menos 5 dos casos eram de colonização. Em decorrência, algumas medidas corretivas foram tomadas, entre elas a adoção de um controle mais efetivo do acesso à UTI.

Dado o empenho das equipes, os espaçamentos largos que aparecem a partir de 2007 podem ser considerados legítimos, o que confirmaria a hipótese de que essa melhoria se deve ao programa de retroalimentação. Apesar disso, em meados de 2010 houve uma sequência indesejável de casos de SARO, o que coloca essa hipótese em cheque. Mas, nesse tipo de análise, não se pode deixar de levar em conta que os participantes do programa de retroalimentação são elementos humanos, e que, embora treinados e qualificados, podem falhar em determinados períodos, por motivos vários. Outro aspecto a ser considerado refere-se ao desvio padrão da variável que é muito alto, o que indica, no pior dos casos, que a hipótese de melhoria pode não ser verdadeira. Mas, em um ambiente hospitalar, não se pode ignorar a presença de outros agentes etiológicos que habitam a UTI. Nesse caso, o motivo causador dessa redução abrupta de casos de SARO seria devido à possível competição entre bactérias dentro da UTI do HUB.

5.2.2. Agentes Etiológicos Diferentes de SARO (AEDS)

A Figura 16a ilustra o gráfico de probabilidade para a variável DEI – AEDS no período de 2003 a 2006 (período 1). O p-valor associado à estatística do teste Anderson-Darling é menor que os níveis de significância usuais ($p\text{-valor} < 0,005$), indicando que a variável não se comporta como desejado. Visualmente, a não-normalidade também é observada pela distância entre os dados e a linha central diagonal.

Além de não apresentar normalidade, a variável DEI (período 1) para os casos de AEDS também apresenta um número elevado de valores zero. De modo análogo aos dados de SARO, optou-se por acrescentar valores aleatórios entre zero e um para os dados de AEDS, considerando que os resultados de exames positivos não foram obtidos no mesmo horário do dia.

Como a variável DEI apresenta uma distribuição assimétrica, o planejamento tem sido feito com os dados transformados ($\lambda = 0,3838$). A suposição de normalidade foi satisfeita depois da transformação, de acordo com o diagnóstico gráfico (Figura 16b) e teste de Anderson-Darling ($p\text{-valor} = 0,739$).

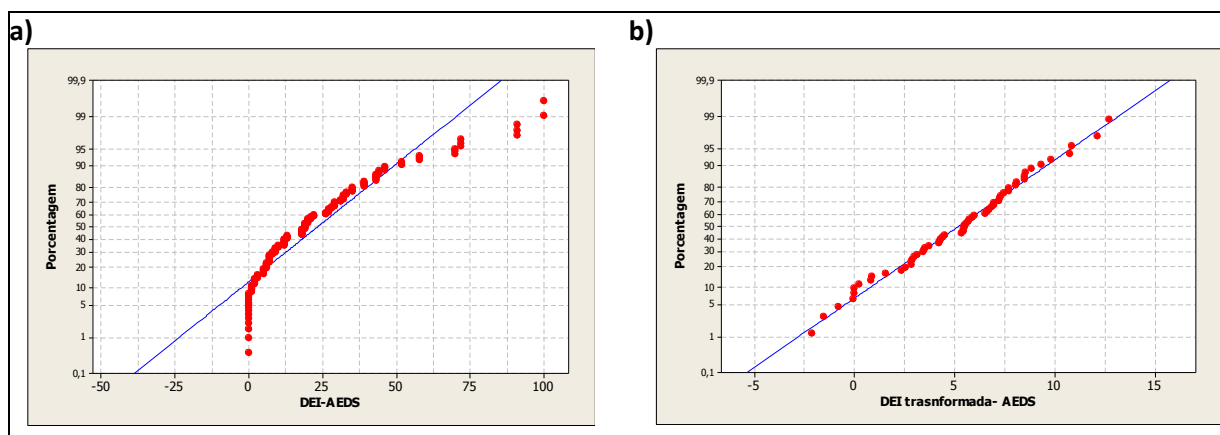


Figura 16. Gráficos de probabilidade Normal para variável DEI-AEDS (período 1):

a) dados originais; **b)** dados transformados.

Aplicando a mesma transformação aos dados do período 2, verifica-se o gráfico CUSUM das ocorrências de AEDS para ambos períodos (Figura 17). Para a construção deste gráfico utilizou-se a média 1,84 e o desvio padrão de 0,52 obtidos para o período 1, e a linha vertical indica o início do período 2, determinado anteriormente como sendo em janeiro de 2007. As estimativas dos parâmetros dos gráficos de controle CUSUM estão resumidas na Tabela A2 no apêndice A.

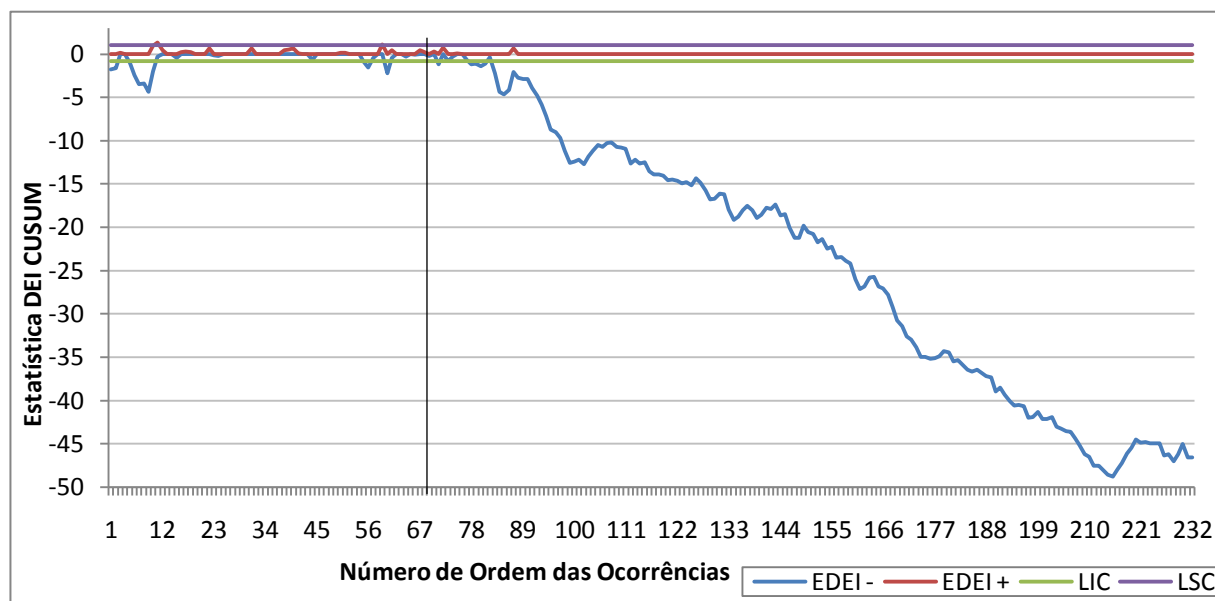


Figura 17. Gráfico CUSUM para dados transformados de AEDS - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

O gráfico acima mostra claramente que, a partir do ponto de corte (2007), os pontos registrados fazem uma curva descendente indicando que os tempos entre

ocorrências diminuíram sensivelmente, representada por uma mudança de médias (de 23 para 7 dias entre infecções- vide Tabela 2).

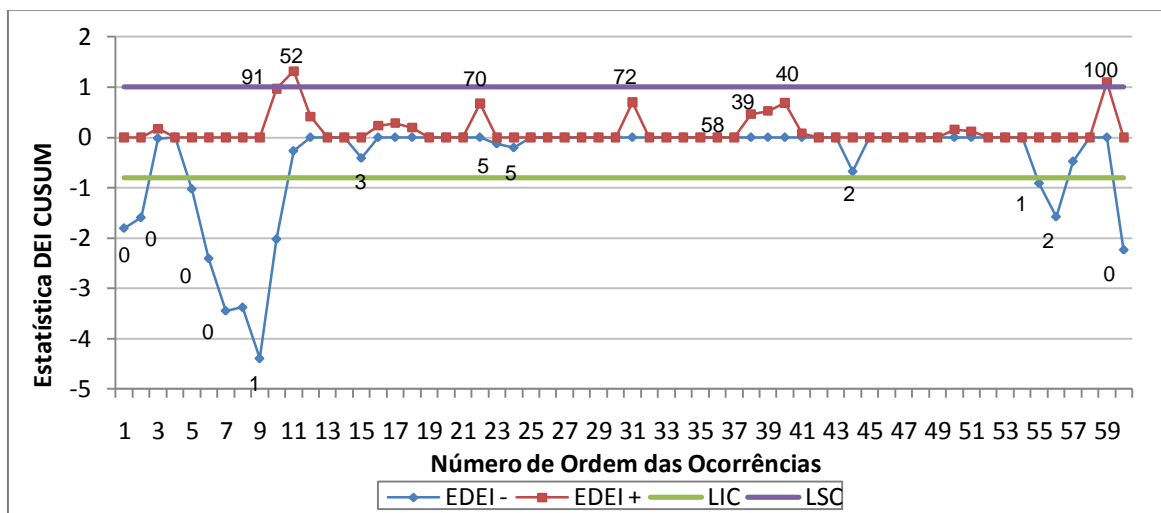


Figura 18. Gráfico CUSUM para dados transformados de AEDS - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período 1 (2003 a 2006).

Ao se analisar os períodos separadamente, verifica-se que o período de 2003 a 2006 apresenta certa estabilidade nos DEI (Figura 18). O ano de 2003, entretanto, foi atípico devido ao grande número de casos positivos ocorridos durante o mês de março, número este bastante superior ao esperado mensalmente. Mas neste mesmo ano retomou-se uma estabilidade que se manteve até meados de 2007.

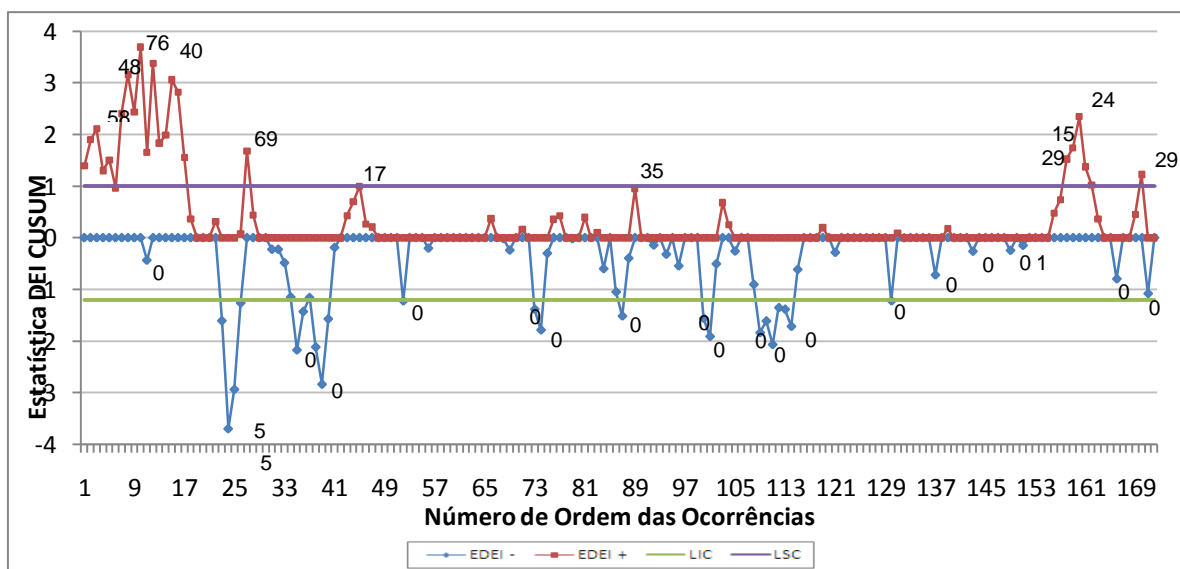


Figura 19. Gráfico CUSUM para dados transformados de AEDS - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período 2 (2007 a 2010).

A Figura 19, referente ao período 2, indica que, a queda de DEI teve início em novembro de 2006, onde após 100 dias sem infecção, observou-se, no dia 10/11 deste mesmo ano, uma ocorrência da bactéria KLEB e uma de ECOC. Desde então os valores de DEI passaram ter oscilações entre largos e pequenos espaçamentos de dias. No dia 31 de dezembro de 2007, iniciou-se uma sequência de resultados positivos em pequenos intervalos de tempo, que se mantiveram até junho de 2010. Porém, essa tendência de ocorrências indesejáveis não se caracterizou como surto, tendo em vista que os DEI representam todas as infecções causadas por cinco diferentes bactérias. Ou seja, para caracterizar um surto seria necessário obter valores representativos para cada bactéria separadamente.

Os resultados apresentados acima consideram o conjunto das cinco bactérias que cujo número de ocorrências corresponde a 91% do total de casos. Para estudar o comportamento individual de cada bactéria foi utilizado o gráfico CUSUM para família das exponenciais, como uma alternativa à utilização de dados transformados (Hawkins & Olwell, 1998). Na Figura C1 e C2 do Apêndice C é apresentada a identificação de distribuição dos dias entre ocorrências para essas bactérias e verificou-se que a distribuição Normal não é adequada.

A seguir os gráficos CUSUM para as bactérias PSEU, KLEB e ACIN são apresentados, pois essas bactérias apresentaram maior número de ocorrências; os gráficos para as variáveis ECOC e EBAC aparecem no Apêndice B. Verifica-se a mesma tendência já observada anteriormente, onde no período entre final de 2007 e metade de 2010 existe uma redução nos espaçamentos nos dias entre infecções. Mas em nenhum dos casos a caracterização de surto foi confirmada, tendo em vista que, somente é caracterizado surto uma sequência de ocorrências de infecção em um curto intervalo de tempo; não contabilizando os casos de colonização. A tabela A3 com o desempenho dos gráficos de CUSUM para cada bactéria encontra-se em Apêndice A.

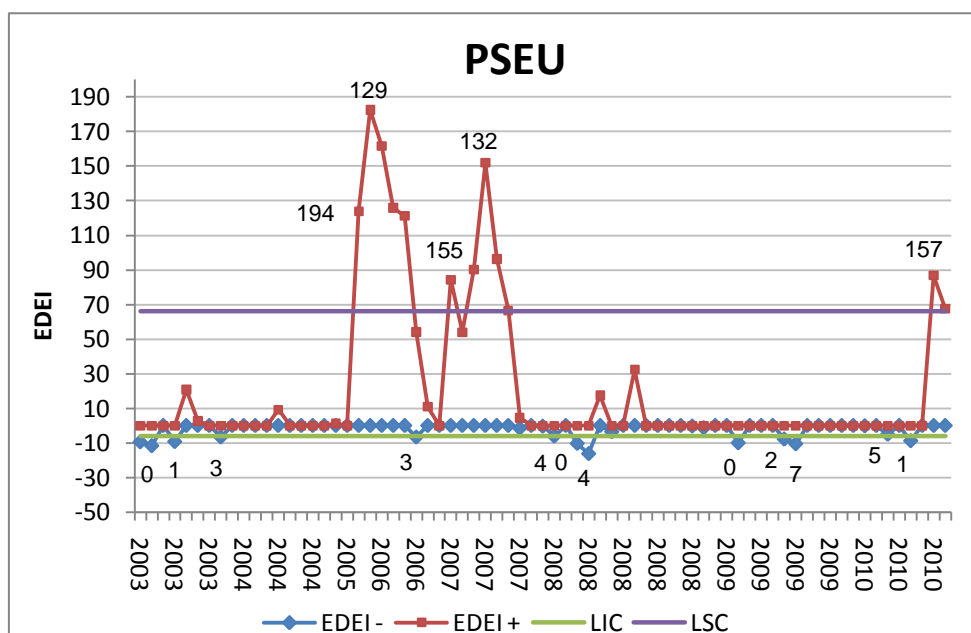


Figura 20. Gráfico CUSUM para dados da bactéria PSEU - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

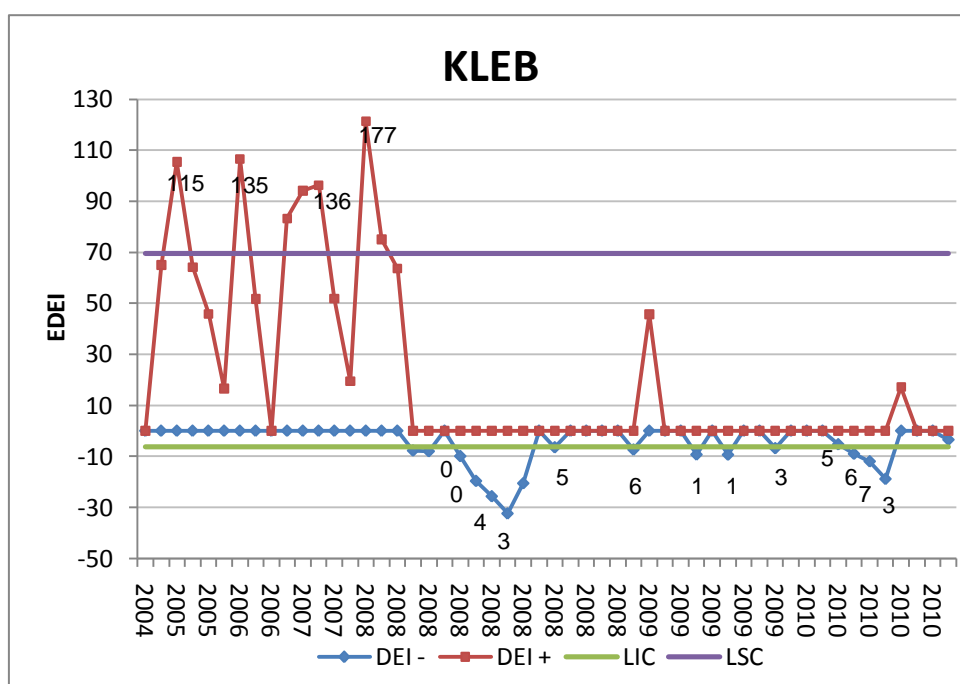


Figura 21. Gráfico CUSUM para dados da bactéria KLEB - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

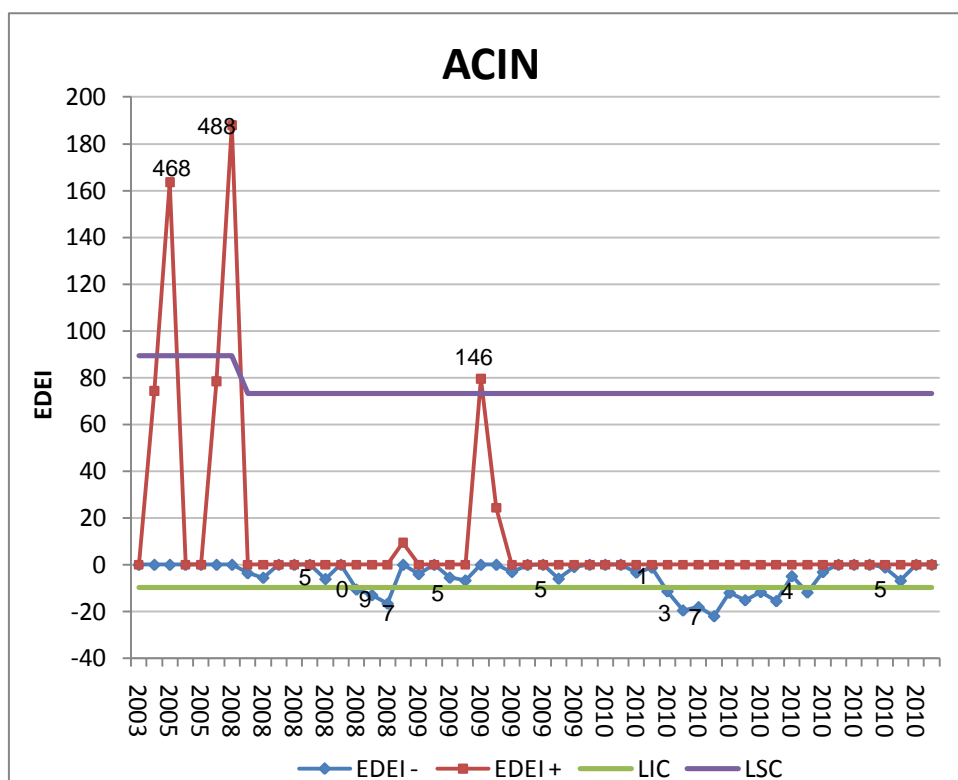


Figura 22. Gráfico CUSUM para dados da bactéria ACIN - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

Conclusões

Os resultados encontrados nessa pesquisa indicam que, particularmente, nos últimos quatro anos (2007 a 2010), houve uma redução expressiva na frequência mensal/anual quanto às ocorrências de SARO na UTI do HUB. O objeto de investigação do presente trabalho era o de verificar se o programa de retroalimentação ou a competição entre bactérias poderiam ser a causa dessa redução.

Verificou-se que, após o início do programa de retroalimentação houve uma redução no número de casos de SARO. No período analisado, o número de ocorrências de AEDS teve um acréscimo significativo, confirmando a hipótese de que quando há um número grande de ocorrências de AEDS, o número de ocorrências de SARO encolhe e vice-versa. A esse processo chamou-se de competição entre bactérias. Assim, com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que as principais causas dessa melhoria foram: a competição entre bactérias na UTI do HUB, e a contribuição das providências tomadas pelas equipes da CCIH e da UTI no período considerado.

No decorrer do último período da pesquisa, ocorreram alguns eventos que também podem ter contribuído para a alteração do comportamento da variável em estudo. Dentre eles pode-se citar: a automação do Laboratório de Microbiologia (08/2009); as medidas de prevenção contra a Gripe A (08/2009) e a restrição do acesso à UTI (08/2010). As duas primeiras medidas citadas, certamente colaboraram para a ausência de casos de infecção por SARO no período de maio de 2009 a março de 2010, quando se registraram 327 dias sem ocorrências desse tipo.

O controle estatístico, por meio dos gráficos de controle aqui desenvolvidos e sugeridos, para o controle e monitoramento do número de dias entre infecções/colonizações no HUB, detectará, em tempo real, as tendências de aparecimento de casos novos de infecção/colonização bacteriana na UTI. Esse procedimento gerará informações padronizadas, de fácil interpretação, de modo a interagir (programa de retroalimentação) com a equipe assistencial e com a gerência dessa unidade de internação. As informações obtidas serão, na medida do possível,

consistentes e servirão de apoio às atividades de planejamento e implementação de ações de melhoria continuada. Por sua vez, o programa de retro-alimentação, uma vez consolidado, poderá cada vez mais, contribuir para a redução do tempo gasto na obtenção das informações, e incentivará a otimização do uso dos indicadores na melhoria da gestão assistencial. Atualmente o nível de controle da infecção por bactérias pode ser considerado bom. Sabe-se, no entanto, que sempre é possível melhorar o desempenho de um processo. Com base nessa assertiva, o processo de controle da infecção na UTI do HUB também pode ser melhorado.

Referências Bibliográficas

- BARÇANTE, Luiz Cesar. *Qualidade Total: Uma Visão Brasileira*. 1998, p.20;
- FERREIRA, A.W. *et al.* Prevalência de *Staphylococcus aureus* metilicina resistente (MrSA) em pacientes atendidos em ambulatório de dermatologia geral em Manaus- Amazonas. *Revista de Patologia Tropical*. Vol. 38 (2): 83-92. abr.-jun. 2009;
- FINISON, L.J. BLIERSBACH, C.M. The use of control charts to improve healthcare quality, *Journal of Healthcare Quality*, 1993. Vol. 15, p.9-23
- HAWKINS, D.M. OLWELL, D.H. *Cumulative sum charts and charting for quality improvement*. New York: Springer-Verlag; 1998.
- MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*, Quarta Edição, LTC Editora, 2001;
- NOGUEIRA, Luiz Carlos L. *Gerenciando pela Qualidade Total na Saúde*. 3 ed. Minas Gerais: DG- desenvolvimentos Gerais. 2003.
- PALADINI, Edson Pacheco. *Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total*. São Paulo: Atlas, 1994.
- PEREIRA, M.G. *Epidemiologia: teoria e prática*. Guanabara Koogan Editora, Rio de Janeiro, 1995;
- RODRIGUES, A.A.A. *Controle de Qualidade em Epidemiologia: Aplicação de Gráficos para Medidas Individuais no Controle de Infecção Hospitalar*. Dissertação de Mestrado, UnB, 2000;
- THOMPSON JR, KORONACKI J. *Statistical process control for quality improvement*. London: Chapman & Hall; 1993. p.1-45;
- TURNES, O. Nogueira, C. A. Rodrigues, I. *Controle Estatístico de Infecção por MRSA no Hospital Universitário de Brasília: Relato de uma experiência e seus resultados*, a ser publicado;
- WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- ZANINI, R.R. *A Utilização dos Gráficos de Controle: uma Aplicação na Área da Saúde*, Dissertação de Mestrado, UFSM, 2006.

Apêndices

A. Tabelas dos parâmetros de gráficos de CUSUM

Tabela A1. Parâmetros utilizados nos gráficos CUSUM para SARO.

Parâmetros	μ_0	δ	h	k	Tolerância	ARL_0	ARL_1
SARO INF	5,84	4,15	0,8	0,6	0,78 dias	10	2,1
SARO SUP	5,84	4,15	0,4	0,9	13,13	10	1,4
Período 1 INF	5,84	3,14	0,8	0,6	0,78	10	2,1
Período 1 SUP	5,84	3,14	0,4	0,9	13,13	10	1,4
Período 2 INF	1,45	0,22	0,8	0,6	0,78	10	2,1
Período 2 SUP	1,45	0,22	0,4	0,9	1,84	10	1,4

Tabela A2. Parâmetros utilizados nos gráficos CUSUM para AEDS.

Parâmetros	μ_0	δ	h	k	Tolerância	ARL_0	ARL_1
AEDS INF	1,84	0,52	0,8	0,6	0,78 dias	22	2
AEDS SUP	1,84	0,52	1	0,8	13,13	10,4	2,5
Período 1 INF	1,84	0,52	0,8	0,6	0,78	10	2,5
Período 1 SUP	1,84	0,52	1	0,8	13,13	21	2
Período 2 INF	1,18	0,18	1,2	0,8	0,78	30	2,2
Período 2 SUP	1,18	0,18	1	0,8	13,13	21	2

Tabela A3 Parâmetros utilizados nos gráficos CUSUM para AEDS separadas.

Parâmetros	μ_0	δ	h	k	Tolerância	ARL_0	ARL_1
PSEU INF	41,07	40,96	-6,04	10,31	4 dias	10	1,5
PSEU SUP	41,07	40,96	66,06	70,76	144 dias	25	2,5
KLEB INF	45,36	47,24	-6,25	10,52	4 dias	10	1,4
KLEB SUP	45,36	47,24	69,45	81,03	169 dias	25	2,3
ACIN INF	56,40	122,10	-9,82	11,38	4 dias	25	1,8
ACIN SUP	56,40	122,10	73,11	67,12	144 dias	10	4,9
EBAC INF	84,40	104,00	-9,87	12,81	4 dias	25	1,6
EBAC SUP	84,40	104,00	107,68	153,79	196 dias	20	2,2
ECOC INF	102,40	107,90	-8,57	13,49	4 dias	20	1,3
ECOC SUP	102,40	107,90	171,70	156,39	256 dias	20	3,2

B. Gráficos CUSUM para bactérias EBAC e ECOC

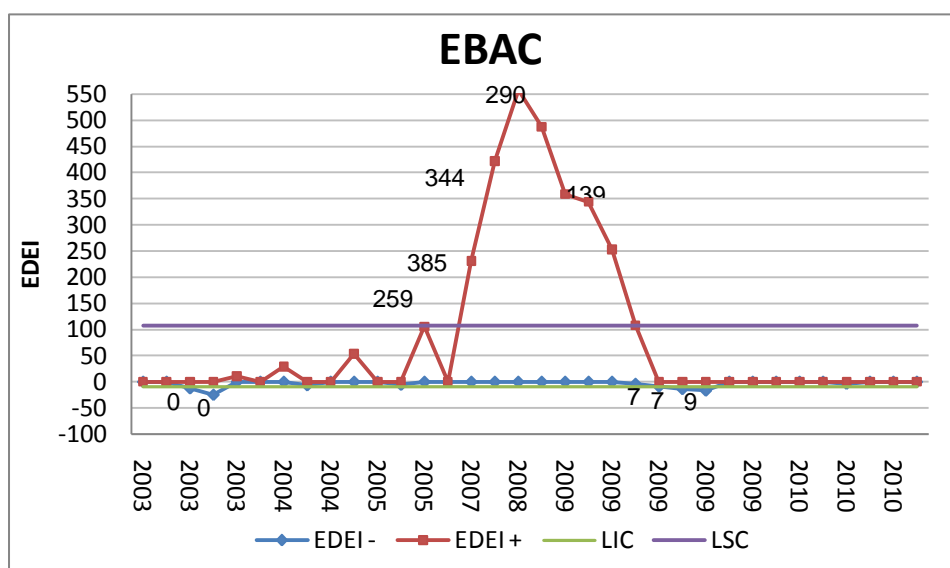


Figura B1. Gráfico CUSUM para dados da bactéria EBAC - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

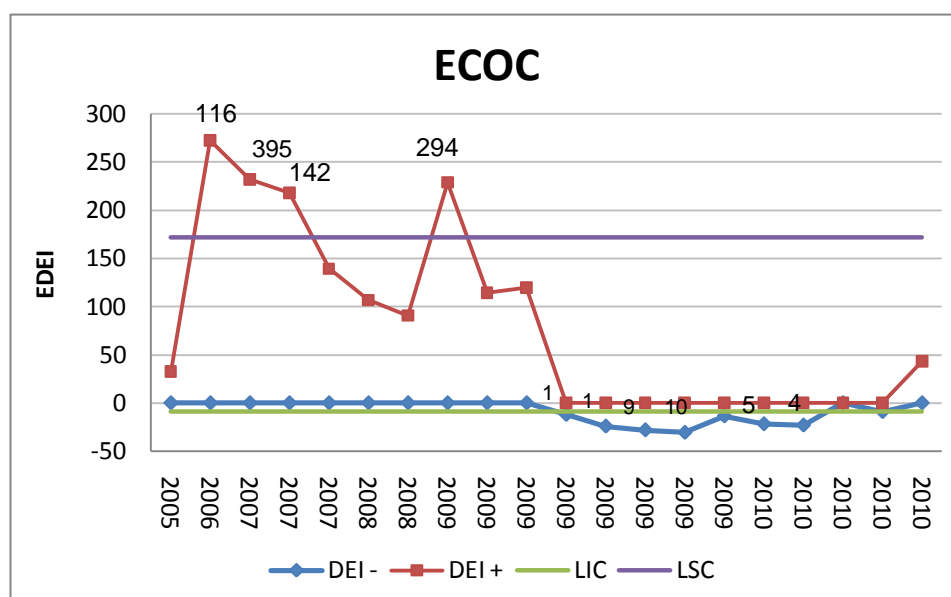


Figura B2. Gráfico CUSUM para dados da bactéria ECOC - Visão geral dos Dias Entre Infecções no período de 2003 a 2010.

C. Diagnósticos para gráficos CUSUM por bactérias

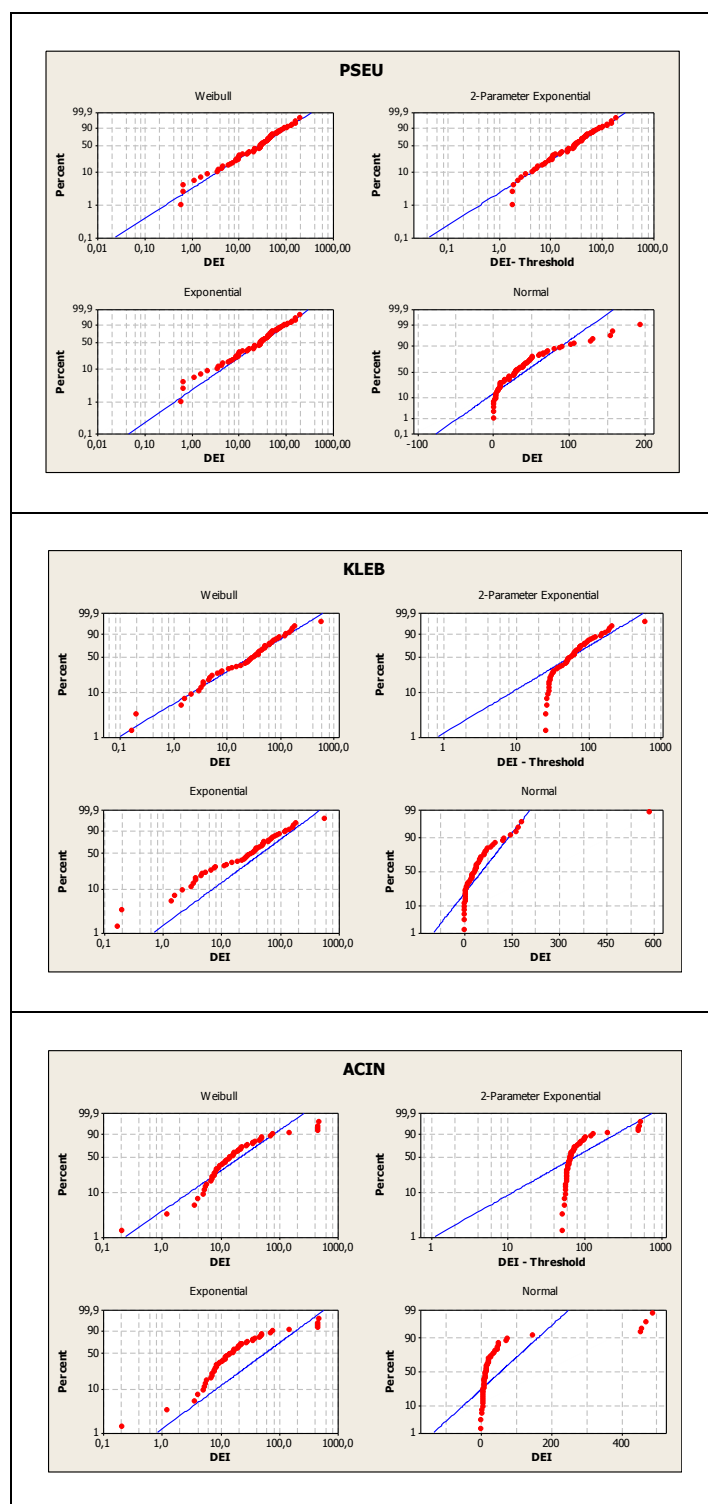


Figura C1. Identificação de distribuição de DEI para as bactérias PSEU, KLEB e ACIN.

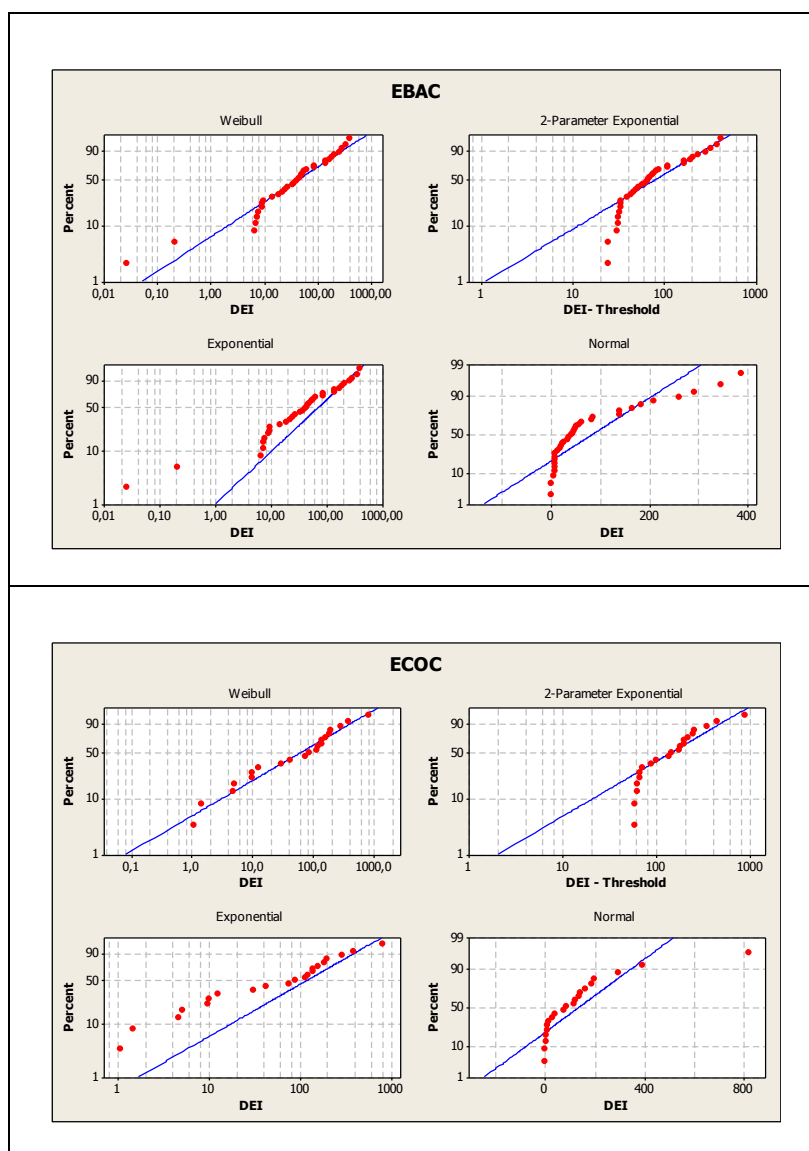


Figura C2. Identificação de distribuição de DEI para as bactérias EBAC e ECOC.