

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO (PPGCC)**

Marcus Vinícius Assuiti

**UMA ABORDAGEM SDN APLICADA À UM SISTEMA
DE SUPORTE A DECISÃO CLÍNICA BASEADO NO
ALGORITMO DE SEPSE**

Florianópolis

2016

Marcus Vinícius Assuiti

**UMA ABORDAGEM SDN APLICADA À UM SISTEMA
DE SUPORTE A DECISÃO CLÍNICA BASEADO NO
ALGORITMO DE SEPSE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC) para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Mario Antonio Ribeiro Dantas

Florianópolis

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Assuti, Marcus Vinícius

Uma abordagem sdn aplicada à um sistema de suporte a
decisão clínica baseado no algoritmo de Sepsis / Marcus
Vinícius Assuti ; orientador, Mario Antonio Ribeiro
Dantas - Florianópolis, SC, 2016.

89 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação.

Inclui referências

1. Ciência da Computação. 2. Redes definidas por
software. 3. Sistema de apoio a decisão clínica. 4. Sepsis.
5. Informática médica. I. Dantas, Mario Antonio Ribeiro.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

Marcus Vinícius Assuiti

**UMA ABORDAGEM SDN APLICADA À UM SISTEMA
DE SUPORTE A DECISÃO CLÍNICA BASEADO NO
ALGORITMO DE SEPSE**

Esta Dissertação foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Mestre em Ciência da Computação”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC).

Florianópolis, 1 de setembro 2016.

Prof(a). Dra. Carina Friedrich Dorneles
Coordenadora

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mario Antonio Ribeiro Dantas
Universidade Federal de Santa Catarina
Presidente

Prof. Dr. Carlos Montez
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof(a). Dra. Patricia Della M ea Plentz
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof(a). Dra. Carla Merkle Westphall
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos grandes entusiastas da educação que tive durante todo meu percurso acadêmico, em especial ao orientador desta dissertação Prof. Dr. Mario Antônio Ribeiro Dantas, que contribuiu imensamente em minha formação.

Em memória ao meu fantástico pai Marcus Valentim Assuiti.

A minha querida mãe que ainda comemora cada vitória alcançada em minha vida.

Especialmente a vida de minha filha Helena Bottega Assuiti a principal motivação na conclusão dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a minha esposa, Maíra Bottega, pelo seu apoio, companheirismo, amor e amizade.

Agradeço a colega Madalena Pereira pelas discussões e inspirações que certamente contribuíram para a elaboração desse trabalho.

Agradeço ao colega Felipe Volpato pelo suporte e sugestões para o desenvolvimento dos experimentos realizados.

Agradeço ao amigo Herbert Treis Neto pelas conversas e apoio ao longo de toda essa jornada.

Agradeço ao apoio da Philips Health Care e por fim a Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade de trabalho e capacitação.

Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia

William Edwards Deming

RESUMO

Redes definidas por software tem suas origens em necessidades acadêmicas, mas foram bem aceitas pela indústria. Esse tipo de rede separa o plano de controle do plano de dados e atribui a responsabilidade de definir a comutação de mensagens à um software externo, o controlador. Esse conjunto de fatores além de fornecer novos recursos na configuração desse tipo de ambientes, impulsiona a evolução da rede, pois inovações que antes dependiam de versões de firmware ou novos produtos do fornecedor passam a depender do algoritmo executado pelo controlador. A sepse é uma reação inflamatória que começa com uma doença infecciosa cuja taxa de mortalidade é maior do que a de câncer de mama, câncer de próstata e HIV juntos. O diagnóstico precoce e agilidade na implementação de um protocolo é fundamental para garantir a eficácia do tratamento. O conceito de redes definidas por software(SDN) é interessante de ser aplicado para garantir a urgência exigida pelo problema de Sepsis, pois é uma tecnologia emergente que torna o gerenciamento de redes mais dinâmico e centralizado em um controlador que possui regras definidas em mais alto nível disponibilizando recursos que a aplicação pode utilizar para garantir o QoS exigido. Esta dissertação de mestrado apresenta uma abordagem para gestão de Qualidade de Serviço (QoS) que visa proporcionar serviços de consciência da urgência no diagnóstico da sepsis. O modelo propõe um ambiente não-concorrente para prestação de serviços em que a aplicação sepsis vai garantir QoS utilizando recursos de SDN. A implementação do modelo proposto mostra-se viável e funcional e evitará dados simultâneos na entrega de serviços com a aplicação sepsis.

Palavras-chave: Redes Definidas por Software. Sistema de apoio a decisão clínica. Sepsis. Informática médica

ABSTRACT

Software defined networking has its origins in academic needs, but were well accepted by the industry. This type of network separates the data plane from the control plane and assigns the responsibility to set the message switching to an external software, the controller. This set of factors in addition to providing new features in the configuration of this type of environments, drives the evolution of the network as innovations that once relied firmware versions or new vendor products come to depend on the algorithm executed by the controller. Sepsis is an inflammatory reaction that starts with an infectious condition whose mortality rate is bigger than that of breast cancer, prostate cancer and HIV together. Early diagnosis and agility in the implementation of a protocol is crucial to ensure the effectiveness of the treatment. The concept of software-defined networks is interesting to be applied to ensure the urgency required by Sepsis problem because it is an emerging technology that makes the management more dynamic and centralized networks on a controller. This controller have rules defined at the highest level providing resources the application can use to ensure the QoS required. The model proposes a non-concurrent environment for services delivery where the sepsis application will guarantee QoS using Software Defined Network (SDN) resources. The implementation of the proposed model shows to be feasible and functional and will avoid concurrent data in the delivering of services with the sepsis application. **Keywords:** Software Defined Network. Clinical Decision-Support Systems. Sepsis. medical Informatics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Arquitetura SDN (FOUNDATION, 2012).....	32
Figura 2	<i>OpenFlow</i> (RODRÍGUEZ, 2014).....	33
Figura 3	Sepse taxonomia.....	34
Figura 4	Causas de sepsis.....	35
Figura 5	Urgência da administração precoce de antibióticos (KUMAR; PRASAD, 2015).....	37
Figura 6	Atendimento ao paciente com provável sepsis grave/choque séptico (ILAS, 2004b).....	39
Figura 7	Electronic medical record adoption model(FOLKS, 2016)	44
Figura 8	Classificação. (SEIXAS; CONCI; SAADE, 2013).....	45
Figura 9	<i>clinical pathways</i> . (AHMAD, 2014).....	46
Figura 10	Camadas de um ambiente hospitalar. (SKORIN-KAPOV; MATIJASEVIC, 2010).....	52
Figura 11	Solução proposta.....	58
Figura 12	Proposta para QoS.....	59
Figura 13	Modelo de integração.....	60
Figura 14	Ambiente (ASSUITI et al., 2016).....	61
Figura 15	Ambiente sem mecanismo de QoS (ASSUITI et al., 2016)	63
Figura 16	Ambiente com mecanismo de QoS (ASSUITI et al., 2016)	65
Figura 17	Experimento com transferência de arquivo (ASSUITI et al., 2016).....	66
Figura 18	Latência (ASSUITI et al., 2016).....	67
Figura 19	St Helens Adult Sepsis Management Pathway.....	83
Figura 20	Protocols Sepsis Screening StJoseph.....	84
Figura 21	Protocols Pocket Card StJoseph.....	84
Figura 22	Protocols Sepsis Orders Stony Brook.....	85
Figura 23	Perinatal Assessment of Sepsis.....	86
Figura 24	Algoritmo sugerido pelo ILAS.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Transferência de arquivos em segundos (ASSUITI et al., 2016)	66
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIRS	Síndrome de resposta inflamatória sistêmica.....	25
PAM	Pressão arterial média	25
ILAS	Instituto latino americano de sepse.....	25
UTI	Unidade de terapia intensiva	25
ISCL	Santa Casa de Misericórdia de Limeira	25
QoS	Qualidade de serviço	25
QoE	Qualidade de experiência.....	25
QoC	Qualidade de contexto	25
SDN	Redes definidas por software	25
PEP	Prontuário eletrônico do paciente	25
CFM	Conselho federal de medicina.....	25
HIMSS	Healthcare information and management systems society	25
ERAM	EMR adoption model	25
SLA	Service Level Agreement	25
VOIP	Voice over Internet Protocol.....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	25
1.2 PERGUNTA DE PESQUISA	26
1.3 OBJETIVOS	27
1.3.1 Objetivo geral	27
1.3.2 Objetivos específicos	27
1.4 ATIVIDADES DE PESQUISA	28
1.5 ESCOPO DA DISSERTAÇÃO	28
1.6 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	28
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	31
2.1 REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE	31
2.2 PROTOCOLO OPENFLOW	32
2.3 CARACTERÍSTICAS DA SEPSE	33
2.4 COMPLEXIDADE E URGÊNCIA	36
2.5 PROTOCOLO DE SEPSE	38
2.6 ESTUDO DE CASO	40
2.7 INFORMÁTICA MÉDICA	42
2.7.1 Prontuário eletrônico do paciente (PEP)	43
2.8 HIMSS E EMRAM	43
2.9 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA	44
3 TRABALHOS RELACIONADOS	47
3.1 APLICAÇÃO DE QOS ATRÁVES DE MECANISMOS DE SDN	47
3.1.1 (SILVA et al., 2015)	47
3.1.2 (BARI et al., 2013)	47
3.1.3 (SEDDIKI et al., 2014)	47
3.1.4 (EGILMEZ et al., 2012)	48
3.1.5 (ISHIMORI et al., 2013)	48
3.1.6 (WALLNER; CANNISTRA, 2013)	48
3.1.7 (ONGARO, 2014a)	48
3.2 CONSIDERAÇÕES	50
4 ABORDAGEM PROPOSTA	51
4.1 AMBIENTE HOSPITALAR E QUALIDADE DE SERVIÇO	51
4.2 SOLUÇÃO PROPOSTA	51
4.2.1 Interface gráfica	53
4.2.2 Suporte a decisão clínica	53
4.2.3 Interface de integração com o prontuário	54

4.2.4	Segurança e sigilo	54
4.2.5	Gerenciamento de mensagens	54
4.2.6	Transparência de recursos	54
4.2.7	Coleta de estatísticas	55
4.2.8	Qualidade de contexto	55
4.3	O MODELO DE QOS PROPOSTO	55
4.4	COMPONENTES DA INTEGRAÇÃO PROPOSTA	56
5	AMBIENTE E RESULTADOS EXPERIMENTAIS ..	61
5.1	EXPERIMENTOS PRELIMINARES	62
5.1.1	Experimento 1 - Largura de banda entre os hosts ..	62
5.1.1.1	Sem configurações de QoS	62
5.1.1.2	Com configurações de QoS	64
5.1.2	Experimento 2 - Arquivo enviado através dos hosts	65
5.1.3	Experimento 3 - Latência entre hosts	67
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	69
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXO A – Trabalhos completos publicados em anais de congressos	79
	ANEXO B – Material auxiliar ao protocolo de Seps em diversos hospitais	83

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será descrito o que é Sepsis e sua relevância, assim como a pergunta da pesquisa. A partir desta são definidos objetivos gerais e específicos do trabalho. Em seguida serão descritas as atividades realizadas e definido o escopo da dissertação, por fim será apresentado a organização dos capítulos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Septicemia ou Sepsis é uma reação sistêmica do corpo diante de uma infecção, em outras palavras, o que se espera quando uma região do corpo infecciona é que essa área inflame como uma reação natural, porém em casos onde se inicia o quadro de Sepsis essa inflamação ocorre em diversas partes. Portanto um órgão infeccionado, uma picada de aranha ou uma tatuagem infeccionada podem desencadear uma série de respostas inflamatórias e essa reação pode levar a diversas disfunções orgânicas. Alguns fatores que serão listados abaixo diz muito sobre a urgência e o desconhecimento do problema da Sepsis.

- Mais de seis milhões de crianças e bebês morrem de Sepsis todo ano (KISSOON et al., 2011);
- Uma pesquisa sobre a taxa de sobreviventes sépticos admitidos em uma UTI identificou que mais de um terço desses tiveram alta por óbito (VINCENT et al., 2014);
- Em instituições onde os dados de Sepsis são corretamente documentados os números tendem a aumentar;
- Do ano de 2000 a 2007 o número de mortes por Sepsis nos Estados Unidos aumentou aproximadamente 150% (LAGU et al., 2012);
- Nos Estados Unidos o número de morte por Sepsis ultrapassa as mortes por câncer de próstata, câncer de mama e AIDS juntos GSA (2015);
- A cada segundo alguém morre de Sepsis no mundo (DMS, 2015);
- No Brasil 30% dos leitos de UTI estão ocupados com pacientes sépticos (DMS, 2015);

- No Brasil a Sepsis apresenta uma mortalidade acima de 50% (DMS, 2015).

A Sepsis é uma patologia com números aquém do valor real pois muitas vezes o paciente tem seu óbito registrado com a origem da Sepsis podendo ser uma pneumonia, complicações causadas por queimaduras, infecção generalizada ou falência múltipla dos órgãos.

A antibioticoterapia nas primeiras horas é essencial para uma maior probabilidade de sucesso no tratamento, sendo que esse número cai drasticamente com o tempo conforme apresentado em (KUMAR; PRASAD, 2015) e em casos de corpos estranhos como pedra no rim ou hérnia é necessário uma intervenção cirúrgica.

O protocolo de Sepsis sugerido por ILAS (2004b) é multidisciplinar, ou seja, envolve vários profissionais, é complexo e urgente o que torna necessário que todos os envolvidos estejam preparados para agir tão logo que for necessário. Como citado por Assuno et al. (2010) e evidenciado no estudo de caso que a capacidade de diagnóstico não é suficiente e geralmente tardia sendo realizado por médicos intensivistas. O que diminui substancialmente a taxa de sucesso e aumenta muito os custos do tratamento desenvolvido pela instituição.

Segundo Beale et al. (2009) e Júnior et al. (2006) a Sepsis no Brasil possui uma das maiores taxas de mortalidade e tempo de internação do mundo.

Existem estudos como Ongaro (2014a) e Silva et al. (2015) que trabalham com QoS em redes e consideram ambientes que tenham aplicações de saúde, porém em nenhum trabalho os mecanismos de SDN são aplicados para garantir que uma aplicação possa prover a urgência requerida por um tipo de mensagem enviada sobre uma porta de rede específica, evitando concorrência com outras redes e diferenciando mensagens por ela originadas. Podemos dizer que em geral mecanismos de SDN são aplicados para garantir um bom comportamento da rede, porém na abordagem proposta o SDN faz parte da solução do problema de saúde, pois é através dele que a urgência do algoritmo de Sepsis é atendida.

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Este trabalho busca responder a seguinte pergunta: **É possível e aderente ao ambiente hospitalar utilizar mecanismos de SDN para prover diferentes níveis de QoS exigidos pela urgência de aplicações que implementam protocolos assistenciais como o**

de Sepsis, em um ambiente hospitalar?

1.3 OBJETIVOS

De acordo com a pergunta, esta pesquisa apresenta os objetivos: Geral e específicos descritos a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo desta dissertação é definir uma abordagem que consiga fornecer diferentes níveis de QoS exigido por aplicações em um ambiente tão importante quanto o hospitalar sempre preocupando-se com a aderência da solução proposta, portanto é sugerido uma aplicação externa integrada ao prontuário eletrônico do paciente, além disso as informações relevantes aos protocolos assistenciais podem ter sua urgência garantida desde o monitoramento contínuo de sinais vitais do paciente (beira-leito) até integração de resultados de exames laboratoriais, através de um enfileiramento de mensagens baseado em portas de comunicação utilizando mecanismos de SDN.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos dessa dissertação são:

- Propor uma solução aderente a um ambiente hospitalar que se aproxime da maturidade ERAM 7 do HIMSS e com pouca complexidade de aplicação;
- Auxiliar na sistematização do percurso do paciente garantindo que protocolo assistencial siga conforme sugerido, independente de falhas de comunicação, gestão ou até mesmo falta conhecimento do profissional que o executa;
- Incentivar que instituições adotem protocolos sugeridos em campanhas de sobrevivência a Sepsis, podendo ser um meio de alcançar os objetivos do milênio da ONU referente aos seguintes itens: Reduzir a mortalidade infantil; Melhorar a saúde das gestantes; Combater a AIDS, Malária e outras doenças;
- Validar a abordagem citadas em experimentos que indiquem o desempenho da proposta.

1.4 ATIVIDADES DE PESQUISA

As etapas realizadas para alcançar os objetivos dessa dissertação foram as seguintes:

- Estudo sobre ambientes hospitalares e protocolos assistenciais;
- Pesquisa do estado da arte de QoS e ferramentas de suporte à decisão clínica que tenham essa preocupação;
- Definição de uma arquitetura aderente à necessidade de ambientes hospitalares;
- Aplicação dos mecanismos de QoS proposto em um ambiente hospitalar simulado;
- Análise dos dados coletados através de experimentos realizados.

1.5 ESCOPO DA DISSERTAÇÃO

Considerando os objetivos definidos, este trabalho propõe a aplicação de mecanismos de QoS a fim de prover a QoS necessário para aplicações em um ambiente altamente heterogêneo e exigente quanto o hospitalar, além de se preocupar com a adoção de protocolos assistenciais sistematizados por instituições de saúde. Ao longo do trabalho é proposta uma aplicação para protocolo de Sepse em seguida são realizados experimentos para avaliar o comportamento da solução proposta quanto a QoS.

1.6 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é dividida em seis capítulos.

O Capítulo 2 - *Fundamentação teórica*: São apresentados fundamentos sobre a Sepse além de evidenciar a urgência do diagnóstico precoce;

O capítulo 3 - *Trabalhos relacionados*: São destacados alguns trabalhos com contribuição referente à área desse trabalho;

O capítulo 4 - *Abordagem proposta*: Apresenta o modelo e abordagem proposta para garantir a QoS necessário;

O capítulo 5 - *Ambiente e Resultados experimentais*: Descreve o ambiente utilizado para a obtenção dos resultados experimentais;

O capítulo 6 - *Conclusões e trabalhos futuros*: Apresenta as conclusões do trabalho, assim como a indicação de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar conceitos SDN e de medicina como as características da Sepsis conscientizar sobre a complexidade e urgência do tratamento e discutir um estudo de caso. Também são discutidos assuntos referentes a informática médica como prontuário eletrônico do paciente, conceitos de suporte a decisão clínica e níveis de acreditação hospitalar que podem ser utilizados como forma de tornar a solução mais aderente.

2.1 REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE

Segundo Fernandes e Rothenberg (2014), embora o modelo atual de redes de computadores seja muito popular, sofre muito com relação a novas demandas, sugere ainda que existem muitas soluções "*ad hoc*" para finalidades específicas e atribui isso a estrutura pouco flexível das redes convencionais. Por fim conclui que essas soluções são fracas, pois não são escaláveis, evoluem lentamente e não possuem interoperabilidades.

Redes definidas por software são idealizadas no desacoplamento entre o plano de dados e o plano de controle, além de uma interface independente do fornecedor, o que garante uma maior versatilidade na gestão da rede. Segundo Shin, Nam e Kim (2012) é justamente esse desacoplamento que possibilita maior versatilidade para as redes SDN pois, os recursos da rede podem ser gerenciados através de um agente externo que executa algoritmos baseados nas demandas dos usuários sobre a rede.

Spalla et al. (2015) afirma que a principal características de uma rede SDN é que a mesma pode evoluir muito mais rápido, pois não sem a necessidade de mudanças de *hardware* a rede pode evoluir na mesma velocidade que um *software*, afinal não há a necessidade de aguardar novos recursos disponibilizados pelo fornecedor, ou até mesmo um novo produto que atenda as necessidades, basta os projetistas alterarem as regras da aplicação.

Essa abstração do plano de controle é possível graças ao controlador que trabalha como uma "sistema operacional de rede" (SEZER et al., 2013) e ainda sugere alguns tipos de controladores como NOX, POX, Floodlight, Beacon, Maestro e ONIX, entre outros.

Observando a Figura 1 podemos observar que o controlador pos-

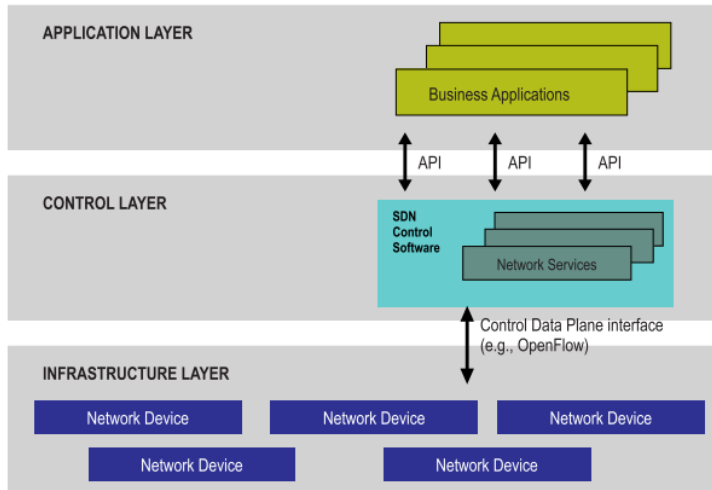


Figura 1 – Arquitetura SDN (FUNDATION, 2012)

sua visão global da rede, ou seja todas as regras da rede estão centralizadas em um único *switch* lógico. Com isso os computadores passam a ser mais simples, pois passam a ter uma única função de encaminhar pacotes.

2.2 PROTOCOLO OPENFLOW

O protocolo *OpenFlow* surgiu da necessidade de simular ambientes reais, pois a maioria das contribuições da comunidade científica não são testadas em um ambiente real. O protocolo *OpenFlow* permite que a tabela de fluxo seja definida conforme necessário, viabilizando que pesquisadores possam separar fluxos de produção e pesquisa em ambientes reais McKeown et al. (2008).

O protocolo é baseado em 4 partes básicas como vistos na Figura 2

- Tabela de fluxo: Relaciona os pacotes recebidos com os fluxos definidos;
- Canal de segurança: Responsável por prover a comunicação entre o controlador externo e o *switch*;
- Protocolo *OpenFlow*: Regras definidas para a comunicação entre

controlador e *switch*;

- Controlador: Determina como os pacotes serão administrados, além de gerenciar a tabela de fluxo.

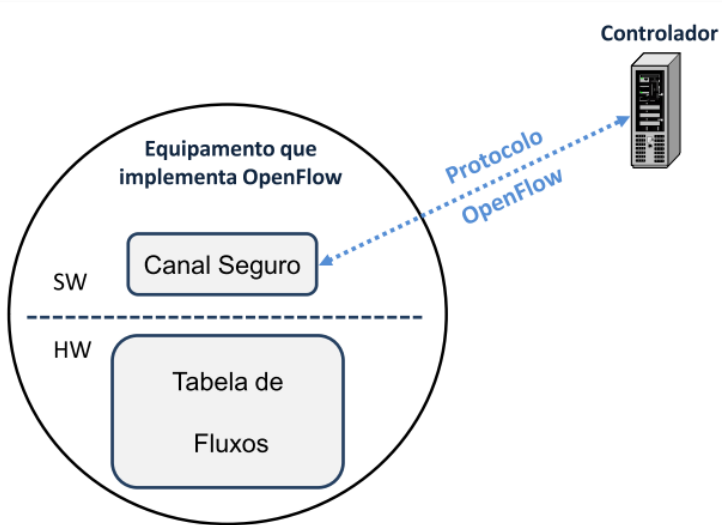


Figura 2 – *OpenFlow* (RODRÍGUEZ, 2014)

2.3 CARACTERÍSTICAS DA SEPSE

Sepse é uma resposta do corpo iniciada por um processo infeccioso e pode causar danos a tecidos, falhas de órgãos e morte. É crucial um diagnóstico precoce e tratamento nos primeiros estágios, pois esse quadro evolui rápido e portanto é uma situação emergencial. Sepses também é conhecida como septicemia ou síndrome da infecção generalizada.

Na Figura 3 citamos alguns termos utilizados por Siqueira-Batista et al. (2011) (Sepse, choque séptico, SIRS, infecção e sepsis grave) discutidos e definidos segundo Levy et al. (2003). Apresentados em um diagrama de Venn:

- Infecção ocorre devido à presença de microorganismos capazes de causar danos ao hospedeiro;

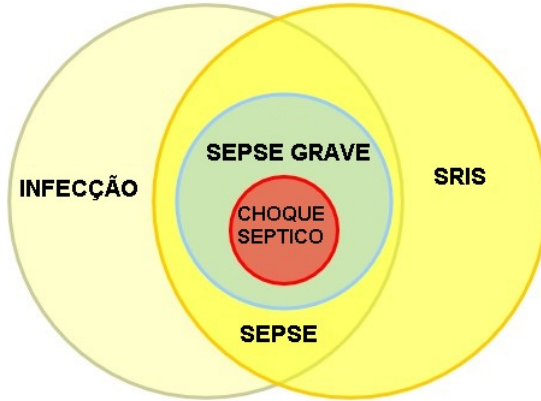


Figura 3 – Sepse taxonomia

- SIRS (*systemic inflammatory response syndrome*) é resposta sistêmica do corpo ocasionada por um trauma causado ou não por um processo infeccioso, por exemplo pancreatite, queimaduras, trauma, infecções devendo apresentar duas das condições abaixo:
 1. Temperatura $> 38,0$ ou $< 36,0$ graus celsius;
 2. Frequência cardíaca > 90 batimentos por minuto;
 3. Frequência respiratória > 20 irpm ou $\text{PaCO}_2 < 32$ mmHg ;
 4. Leucócitos $> 12.000/\text{mm}^3$ ou $< 4.000/\text{mm}^3$ ou $> 10\%$ bastões.
- Sepse é definida por critérios de SIRS em conjunto com suspeita ou confirmação de infecção;
- Sepse grave apresenta disfunção orgânica e hipotensão ou hipoperfusão dos tecidos identificado por ácido lático, oligúria ou nível de consciência alterado ou hipotensão com sistólica $< 90\text{mmHg}$. Esse é considerado a causa mais comum de mortes não coronarianas em UTIs;
- Choque séptico é um colapso agudo que ocorre quando a hipotensão não responde a administração intravenosa de fluidos.

McClelland e Moxon (2014) cita a importância da enfermagem para iniciar o protocolo de sepse previamente reforçando que esse é um problema urgente e multidisciplinar, além de discutir sobre a origem do problema como pode ser visto na Figura 4.

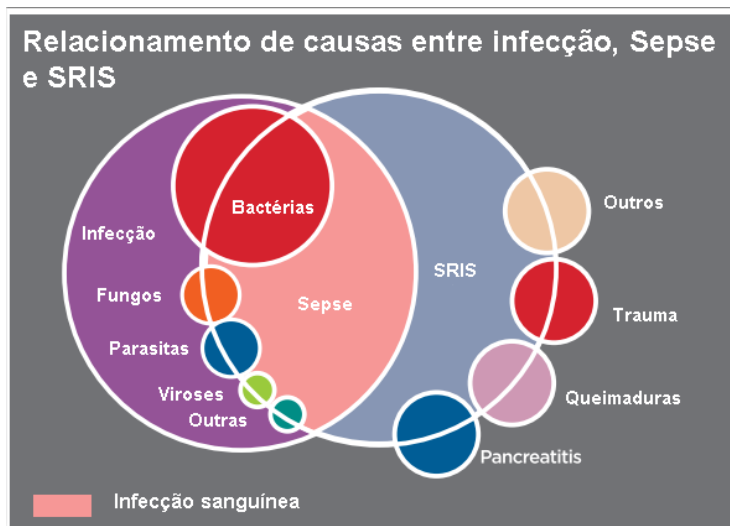


Figura 4 – Causas de sepse

Quanto aos critérios para o diagnóstico de sepse, eles são apresentados em grupos por Simon e Finfer (2013):

Variáveis gerais

- Febre (temperatura central $> 38.3^{\circ}\text{C}$) ou hipotermia (temperatura central $< 36^{\circ}\text{C}$);
- Frequência cardíaca > 90 bpm/min;
- Taquipneia;
- Alterações do estado mental;
- Edema importante ou balanço hídrico $> 20\text{ml/kg}$ em 24 horas;
- Hiperglicemia $> 150\text{mg/dl}$ na ausência de diabetes.

Variáveis inflamatórias

- Leucocitose $> 12.000/mm^3$ ou leucopenia $< 4000/mm^3$ ou $> 10\%$ formas jovens;
- Proteína C reativa $>$ acima 2 x LSN;
- $SvO_2 > 70\%$ e índice cardíaco $> 3,5$ l/min.m².

Variáveis de disfunção orgânica

- Hipoxemia arterial ($PaO_2 / FiO_2 < 300$);
- Oligúria aguda (débito urinário $< 0,5$ ml/Kg/h);
- Creatinina $> 2,0$ mg/dl;
- Alterações da coagulação (RNI $> 1,5$ ou PTTa $> 60s$), plaquetopenia (plaquetas $< 100.000/mm^3$);
- Hiperbilirrubinemia (BT > 2.0 mg/dl).

Variáveis de perfusão tecidual

- Hiperlactatemia (> 2 mmol/l).

Variáveis hemodinâmicas

- Hipotensão arterial (PAS < 90 mmHg, PAM < 70 ou queda na PAS > 40 mmHg).

2.4 COMPLEXIDADE E URGÊNCIA

Garantir que o protocolo seja atendido conforme o esperado é um grande desafio. De acordo com Assuno et al. (2010), o diagnóstico de sepse é satisfatório em caso de infecção, SIRS e choque séptico, mas é insuficiente em caso de sepse grave. Além do que, médicos intensivistas tem um melhor desempenho nesse diagnóstico, o que é evidenciado no estudo de caso que teremos adiante. O trabalho de Silva (2013) define três classes de fatores que influenciam a decisão clínica:

- Fatores inerentes ao profissional: fatores que passam por conhecimento e experiência profissional inclusive no âmbito motivacional, desgaste físico e emocional e situação financeira que podem fazer com que profissional realize consultas apressadas. Em um aspecto mais grave esses fatores podem ser diagnosticados como

síndrome de Burnout. Em média, 35% dos médicos estão em algum dos doze estágios da síndrome de Burnout de acordo com pesquisas citadas em Shanafelt et al. (2002) e Dyrbye e Shanafelt (2011).

- Fatores inerentes ao paciente: envolvem a capacidade de entendimento do mesmo que, por muitas vezes, possui alguma das características a seguir: um grau de instrução baixo, demência, doenças psíquicas, estar em coma, alucinando, recém nato, criança e até mesmo não ser confiável (hipocondríaco ou viciado por exemplo).
- Fatores inerentes ao ambiente: esses fatores estão diretamente relacionados com infra-estrutura e equipe multidisciplinar, assim como custos. Envolvem desde avaliações de nutricionistas, fisioterapeutas, entre outros profissionais.

A confiança nessa pirâmide de fatores é diretamente proporcional à qualidade do atendimento.

O protocolo sugerido por ILAS (2004a) demonstra que o problema de sepse envolve uma grande parte da instituição e alguns passos do mesmo tem como objetivo serem realizados em um intervalo de 30 minutos. A figura 5 mostra que a administração precoce do antibiótico é inversamente proporcional à taxa de sobrevivência.

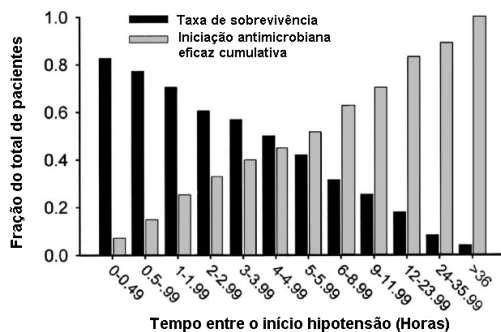


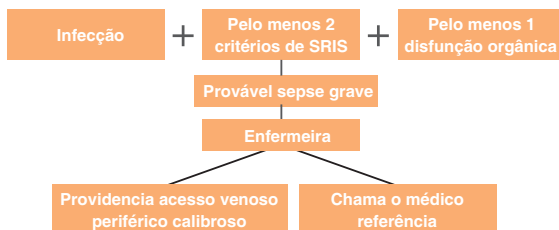
Figura 5 – Urgência da administração precoce de antibióticos (KUMAR; PRASAD, 2015)

2.5 PROTOCOLO DE SEPSE

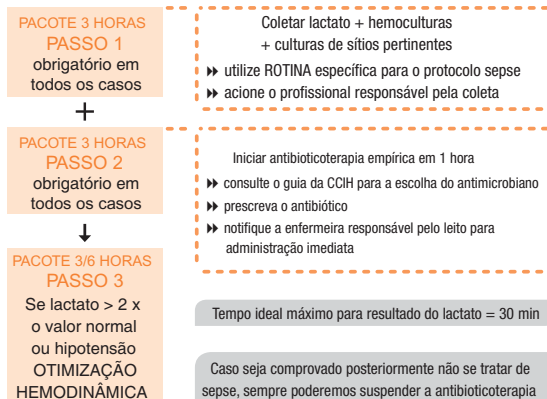
Esta seção irá discutir sobre o protocolo a ser seguido após a suspeita de sepse. Os pacotes de sepse foram desenvolvidos baseados em Rhodes et al. (2015) e Dellinger et al. (2004).

ATENDIMENTO AO PACIENTE COM PROVÁVEL SEPSE GRAVE/CHOQUE SÉPTICO

ABORDAGEM INICIAL DA ENFERMAGEM



PERANTE SUSPEITA CLÍNICA DE SEPSE GRAVE, SEGUIR OS SEGUINTE PASSOS



*Colha Kit sepse – hemocultura, gasometria arterial/lactato, hemograma, creatinina, bilirrubinas, coagulograma.

Figura 6 – Atendimento ao paciente com provável sepse grave/choque séptico (ILAS, 2004b)

A Figura 6 mostra os pacotes de tratamento de sepse, discutidos em Khan e Divatia (2010). São baseados em sete intervenções assistenciais. Periodicamente é emitido pelo ILAS um relatório analisando o desempenho dos hospitais participantes. A partir da suspeita de sepse grave o protocolo deve ser iniciado executando os passos abaixo.

1. Pacote de três horas (Passo 1 e Passo 2)

- Coletar lactato. São desejados trinta minutos para esse passo;
- Hemoculturas antes da administração de antibióticos;
- Iniciar antibioticoterapia empírica em uma hora, ou seja administrar antibióticos sem a identificação da causa da infecção considerando apenas os sintomas;
- Fluidos nos pacientes com hipotensão ou lactato acima de 2 vezes o valor normal.

2. Pacote de seis horas

- Vasopressores para obter PAM > 65mmHg;
- Mensuração de pressão venosa central;
- Mensuração de saturação venosa central de oxigênio.

2.6 ESTUDO DE CASO

O estudo relatado em Lotufo (2012) descreve o caso de JVF - uma jovem de dezenove anos grávida atendida no hospital de Limeira, São Paulo, Brazil. A evolução decorre da seguinte maneira:

- **08/06/2011, 11:31 am:** Foi admitida no pronto socorro e diagnosticada para Pielonefrite, infecção urinária;
- **10/06/2011, 06:35 am:** Após evolução do quadro demonstrar piora do paciente, ela foi transferida para uma unidade de terapia semi intensiva. Onde foi diagnosticada sepse com origem no trato urinário;
- **11/06/2011:** Após piora do quadro do paciente, ela foi transferida para uma UTI;
- **20/06/2011:** Com o correto tratamento começou apresentar melhoras e teve alta da UTI;

- **24/06/2011:** Recebeu alta do hospital e foi encaminhada para o serviço de gestação de alto risco do município;
- **21/10/2011:** Passou por uma cesareana, dando a luz a um recém-nascido de 2510g;
- **24/10/2011:** O recém nascido teve alta hospitalar.

Podemos mencionar alguns pontos desse estudo de caso:

- O estudo foi realizado no hospital ISCML, um hospital escola de atenção terciária a saúde;
- A instituição possui intensivistas trabalhando 24 horas por dia;
- A instituição sugere que a campanha de sobrevivência à sepse pode ser uma das maneiras de atingir as metas da ONU de reduzir em 75% as mortes maternas causadas por infecções sérias. Estando essa entre as três principais causas de morte no ciclo gravidez-puerperal;
- Foi discutida a dificuldade do time de ginecologistas de diagnosticar sepse e apontado também que esse é um diagnóstico comum para qualquer especialidade. Destacou ainda que é necessário seguir o protocolo de sepse e estendê-lo para todas especialidades;
- Concluiu-se que, mesmo considerando que o a paciente e o bebê sobreviveram, o caso é classificado pela ONU como uma *quase perda*. Este termo refere-se ao estágio que precede a morte porém é interrompido por uma precisa intervenção ou sorte.

Questões.

- O diagnóstico de sepse foi dado na UTI quase dois dias após a admissão e só após isso os antibióticos foram administrados. Esse diagnóstico não poderia ter acontecido antes dando ao paciente uma maior chance de sobrevivência?
- É aceitável que, conforme apontado nesse estudo de caso e confirmado em Assuno et al. (2010), médicos intensivistas tenham maior capacidade de diagnosticar sepse?
- Falando em diagnóstico de sepse podemos aceitar que todas os deflagradores serão devidamente avaliados considerando os fatores que influenciam a decisão e a complexidade dos deflagradores?

- Levando em consideração a baixa popularidade de sepse e a dificuldade do diagnóstico apontada em Assuno et al. (2010), podemos esperar que a instituição tenha um profissional capaz de fazer o diagnóstico correto? Podemos esperar que esse profissional esteja disponível? Como fazer com novos profissionais?

2.7 INFORMÁTICA MÉDICA

Os termos Informática Médica ou Informática em Saúde é o ponto de encontro entre as áreas de saúde ou medicina e ciência da computação. É definido por Blois e Shortliffe (1990) como um campo de rápido desenvolvimento científico que lida com armazenamento, recuperação e uso da informação, dados e conhecimento biomédico para a solução de problemas e tomada de decisão.

Segundo Silva (2003) o termo Informática Médica é definido por SBIS (2004) como:

A Saúde é uma das áreas onde há maior necessidade de informação para a tomada de decisões. A Informática Médica é o campo científico que lida com recursos, dispositivos e métodos para otimizar o armazenamento, recuperação e gerenciamento de informações biomédicas. O crescimento da Informática Médica como uma disciplina deve-se, em grande parte: aos avanços nas tecnologias de computação e comunicação, à crescente convicção de que o conhecimento médico e as informações sobre os pacientes são ingerenciáveis por métodos tradicionais baseados em papel, e devido à certeza de que os processos de acesso ao conhecimento e tomada de decisão desempenham papel central na Medicina moderna.

SBIS (2004) define como áreas de atuação da informática médica:

- Sistemas de Informação em Saúde;
- Prontuário Eletrônico do Paciente;
- Telemedicina;
- Sistemas de Apoio à Decisão;
- Processamento de sinais biológicos;

- Processamento de Imagens Médicas;
- Internet em Saúde;
- Padronização da Informação em Saúde.

2.7.1 Prontuário eletrônico do paciente (PEP)

A resolução 1.638/2002 do Conselho federal de medicina (ANDRADE; SILVA, 2002) diz que o médico tem o dever de elaborar o prontuário eletrônico para cada paciente que atendido, conforme previsto no art. 69 do código de médica ética e ainda define PEP:

Definir prontuário médico como o documento único constituído de um conjunto de informações, sinais e imagens registradas, geradas a partir de fatos, acontecimentos e situações sobre a saúde do paciente e a assistência a ele prestada, de caráter legal, sigiloso e científico, que possibilita a comunicação entre membros da equipe multiprofissional e a continuidade da assistência prestada ao indivíduo.

Xavier, Dora e Barros (2016) discutiram muito sobre a importância de manter informações a respeito do paciente de forma sistemática identificando como principal ferramenta o prontuário eletrônico do paciente(PEP).

A literatura internacional tem valorizado informações do PEP em formato eletrônico, pois provê maior fidelidade dos dados, assim como facilita comunicação entre profissionais e instituições (BRASIL; MEDEIROS; SALDANHA, 2015).

2.8 HIMSS E EMRAM

O HIMSS é uma associação internacional fundada em Chicago que tem como objetivo fortalecer a informática médica e a aplicação da tecnologia da informação para o setor de saúde. Uma das ações para acreditação hospitalar e a certificação da instituição de acordo com o EMRAM que é um processo de avaliação de maturidade hospitalar composto de oito estágios do nível 0 ao 7.

Analizando a figura 7, uma tradução de himssanalytics (2016) fica evidente que instituições recebem acreditação hospitalar a partir

de adoção de recursos de informática médica, além do fato de que um PEP digital e integração para compartilhar informações clínicas são requisitos para atingir o nível 7 do HIMSS. Portanto utilizaremos como base para análise de requisitos instituições com maturidade de level 7.

Estágios	Capacidades Cumulativas
Estágio 7	PEP completo em pleno uso por todos os setores do hospital. Integração para compartilhar informações clínicas. <i>Data Warehousing</i> alimentando relatórios com resultados clínico-assistenciais, qualidade e <i>Business Intelligence</i> (BI). Dados clínicos disponíveis entre todos os setores: emergência, internação, UTI, ambulatório e centro cirúrgico.
Estágio 6	Circuito fechado da administração de medicamentos. Interação da documentação médica com sistemas de apoio à decisão clínica (modelos estruturados e alertas de variância e conformidade).
Estágio 5	PACS completo com eliminação de filme de todas as imagens (<i>filmless</i>).
Estágio 4	Sistema de prescrição e solicitação de exames / procedimentos (CPOE) instalado em pelo menos uma área assistencial. Sistema de apoio à decisão clínica baseado em protocolos clínicos.
Estágio 3	Documentação de enfermagem no PEP. Sistema de apoio à decisão clínica (CDSS) para verificação de erros durante a prescrição e solicitação de exames. PACS disponível fora da Radiologia.
Estágio 2	Repositório de dados clínicos (CDR) instalado e centralizado. Pode ter um Vocabulário Médico Controlado (CMV), um sistema de apoio a decisão clínica para checagem básica de interações e capacidade de intercâmbio de informação clínica-assistencial.
Estágio 1	Sistemas para Laboratório, Radiologia e Farmácia instalados ou resultados de exames disponibilizados on-line a partir de prestadores de serviços externos.
Estágio 0	Os três sistemas clínico-departamentais (LIS - laboratório, RIS - radiologia e PHIS - farmácia) não instalados e sem nenhuma disponibilização on-line de informações.

Figura 7 – Electronic medical record adoption model(FOLKS, 2016)

2.9 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

Muitas áreas profissionais são fundamentadas em tomadas de decisão a partir de conhecimento adquirido. Portanto, tomar uma boa decisão é sempre fundamental e quanto maior a complexidade, mais difícil se torna essa tarefa.

Tratando-se de áreas médicas, a necessidade de tomar uma boa decisão tem uma relevância ainda maior. Sistemas de informação tem sido utilizados há muito tempo como ferramenta para otimizar a qualidade dessas tomadas de decisões.

Segundo Berner (2007): um Sistema de Apoio à Decisão (SAD)

é como a designação indica, um sistema de software concebido para auxiliar um profissional a tomar decisões associadas a uma determinada área de conhecimento. O objetivo principal é a redução da incerteza durante o processo de tomada de uma decisão.

Um SAD clínico é qualquer programa de computador projetado para ajudar os profissionais de saúde a tomar decisões clínicas. De certa forma, qualquer sistema de computador que lida com dados clínicos ou conhecimento se destina a fornecer apoio à decisão. (MUSEN; MIDDLETON; GREENES, 2014).

Seixas, Conci e Saade (2013) cita as taxonomias definidas por Berlin, Sorani e Sim (2006), Garg et al. (2005) e Wang e Shortliffe (2002) e o compilado das taxonomias feitas por Wright et al. (2011) conforme Figura 8.

Função	Descrição das facilidades
Sistema de apoio à dosagem de medicamentos	Ajustes automáticos da dosagem médica, verificação/alerta das composições das medicações, verificação/alerta das dosagens diárias máximas, verificação/alerta dos prazos de vencimentos, indicação de listas padrão.
Sistemas de apoio à elaboração da prescrição médica	Apoio à construção de sentenças e medicações utilizadas em prescrições médicas, prescrições baseadas em indicações, prescrições conforme serviço, condição ou procedimento, protocolos de tratamento, transferência de conjunto de prescrições.
Sistemas de alertas e lembretes no local e momento do atendimento	Verificação/alerta da condição do paciente e a administração de medicamentos, verificação/alerta da administração de diferentes medicamentos, verificação/alerta de alergias apresentadas pelo paciente, planos de alertas ou lembretes, verificação/alerta de itens críticos laboratoriais, verificação/alerta de administração dupla de medicamentos, gerenciamento de problemas, suporte a recomendação do exame ao radiologista, monitoramento de estados de alto risco.
Sistemas de divulgação de informações relevantes	Recuperação de informações sensíveis ao contexto, apresentação de dados relevantes ao contexto do paciente, apresentação de resultados e testes de medicamentos, interface do usuário sensível ao contexto.
Sistemas especialistas	Apoio a prescrição de antibiótico, apoio ao diagnóstico clínico , ferramentas de gerenciamento de riscos, ferramentas de prognóstico médico, apoio a transfusão, ferramentas de suporte nutricionais, interpretação de testes laboratoriais, planejamento do tratamento, ferramentas de triagem.
Sistemas de apoio a processos	Monitoramento e rastreamento de prescrições médicas, funções de registro, cadastro e reconciliação de dados/medicamentos, aprovação de prescrições, apoio a documentação.

Figura 8 – Classificação. (SEIXAS; CONCI; SAADE, 2013)

Os sistemas de apoio a processos ou *clinical pathway* visam auxiliar que o paciente seja atendido como definido em protocolos médicos, padronizando e garantindo qualidade de atendimento. Conforme a Figura 9, é esperado que o paciente seja admitido e passe por todas etapas necessárias de seu atendimento no período ideal para o mesmo. A importância do *clinical pathway* é reforçado pela Figura 5 onde vemos que

o diagnóstico tardio da sepse é extremamente prejudicial ao paciente.

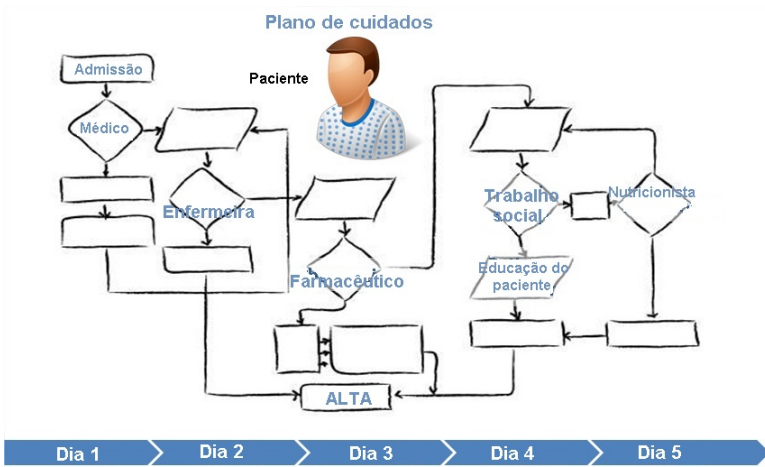


Figura 9 – clinical pathways. (AHMAD, 2014)

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesse capítulo são apresentados diversos trabalhos relacionados à aplicação de SDN para garantir QoS. No final do capítulo é apresentada uma tabela com a síntese dos trabalhos e em seguida as considerações sobre o estado da arte.

3.1 APLICAÇÃO DE QOS ATRÁVES DE MECANISMOS DE SDN

3.1.1 (SILVA et al., 2015)

O trabalho realizado por Silva et al. (2015) descreve três usuários que utilizam serviços diferentes em uma mesma rede e são aplicados diferentes QoS de acordo com a necessidade da aplicação. As aplicações são de *Game on Demand*, *Video on demand* e um ambiente de *e-health*, é utilizado Floodlight e realizado uma comparação do comportamento com e sem mecanismos de QoS e por fim feito um teste da taxa de transferência na rede.

3.1.2 (BARI et al., 2013)

Em Bari et al. (2013) é apresentado o PolicyCop uma ferramenta para gerenciamento de política QoS baseado em SDN e Floodlight onde o usuário pode definir SLA através de uma interface. O Polycop monitora a rede e ajusta os parâmetros automaticamente para satisfazer o SLA dos clientes. São feitos dois experimentos a fim de analisar como o Polycop atua em relação à taxa de transferência quando ocorre queda de conexão ou violação de políticas.

3.1.3 (SEDDIKI et al., 2014)

Seddiki et al. (2014) descreve uma iniciativa para disponibilizar um conjunto de ferramentas com objetivo de facilitar o uso de QoS através de SDN em ambientes domésticos. O trabalho é baseado em POX McCauley (2016) e conclui que os experimentos apresentaram ganhos com relação a *stream* de vídeo e VOIP porém ainda está em andamento e está sendo analisado para estender à outras aplicações.

3.1.4 (EGILMEZ et al., 2012)

O trabalho realizado por Egilmez et al. (2012) cria um mecanismo que monitora a rede. Porém nesse caso o QoS é garantido através de manipulação de rotas de tráfego. Os resultados destacam que é possível garantir QoS sem prejudicar outros serviços. O autor também defende o uso do Floodlight, por ser estável, de código aberto, modulado e desenvolvido em Java.

3.1.5 (ISHIMORI et al., 2013)

Ishimori et al. (2013) cria um controlador de pacotes o *QoSFlow*, um *framework* que utiliza funções baseadas em parâmetros primitivos permitindo a um controlador manipular dinamicamente requisitos de QoS. Porém exigem que tanto o *switch* quanto o controlador possuam a API do *QoSFlow*.

3.1.6 (WALLNER; CANNISTRA, 2013)

São trabalhadas muitas variáveis para atingir QoS como, disponibilidade, escalabilidade entre outros, e esses fatores podem causar uma série de problemas no comportamento da rede. Recursos SDN podem prover uma melhor governança para a rede devido a isso o trabalho de Wallner e Cannistra (2013) sugere uma abordagem de controlador de rede centralizada que irá atuar para garantir QoS em função dos fatores apresentados. Essa abordagem também é realizada utilizando o Floodlight.

3.1.7 (ONGARO, 2014a)

Ongaro (2014a) traz uma abordagem similar a abordagem proposta em Silva et al. (2015) onde existem duas aplicações que podem atuar simultaneamente em uma rede. É através de uma arquitetura baseada em um controlador Floodlight que o QoS é garantido. O trabalho apresenta uma concorrência entre aplicações de vídeo e aplicações de saúde, também analisa ambientes de rede sem fio.

Artigo	Aplicação	Sumário
(SILVA et al., 2015)	Vídeo, Jogos e ambiente de saúde	Abordagem centrada na experiência do usuário utilizando SDN para prover QoS
(BARI et al., 2013)	Vários. Gerenciamento de redes	Framework que monitora a rede e aplica políticas pré determinadas afim de prover QoS
(SEDDIKI et al., 2014)	Vários. Gerenciamento de redes	Sistema que suporta configuração de alto nível para gerenciar QoS em redes domésticas
(EGILMEZ et al., 2012)	Streaming de vídeo	Implementa através do SDN um roteamento de QoS dinâmico
(ISHIMORI et al., 2013)	Vários	OpenFlow 1.0 provendo QoS empregando agendamento de múltiplos pacotes do Linux
(WALLNER; CANNISTRA, 2013)	Vários. gerenciamento de redes	Abordagem QoS para um controlador <i>open-source</i> focado em <i>diff-serv</i> formato de troca
(ONGARO, 2014b)	Streaming de Vídeo, e ambiente de saúde	QoS aplicada para stream de vídeo e dados clínicos

3.2 CONSIDERAÇÕES

Não foram encontrados trabalhos que lidam com requisitos dinâmicos de QoS de uma aplicação, onde o requisito considerado esteja no âmbito das regras de negócio da aplicação. Em outras palavras, os requisitos de QoS são definidos de acordo com a necessidade definida no protocolo assistencial a ser executado, portanto a utilização de QoS aqui proposta é uma forma de garantir que a aplicação consiga atender as especificações do protocolo assistencia executado. Os trabalhos realizado em Silva et al. (2015) e Ongaro (2014a) tem semelhança com a solução aqui proposta, pois ambos buscam diferentes níveis de QoS para distintas aplicações e consideram ambientes hospitalares, porém ambos se limitam a diferenciar o QoS através da aplicação, enquanto nesse propomos que uma mesma aplicação possa ter seu QoS diferenciado através da porta onde irá ocorrer a comunicação. Dentre as vantagens da solução proposta está a facilidade de integrar esse QoS a qualquer integração que acontece sobre uma porta que seja consumida exclusivamente por um serviço e a baixa sobrecarga no custo do processamento das mensagens pois o QoS é garantido exclusivamente através de portas não exigindo que mensagens sejam analisadas.

4 ABORDAGEM PROPOSTA

Este capítulo mostra um ambiente hospitalar, sua complexidade e necessidade de diferentes níveis de QoS para uma mesma aplicação, também é descrito o modelo proposto que tem como objetivo analisar se mecanismos de SDN podem prover diferentes níveis de QoS exigidos por uma aplicação através de diversos enfileiramentos em requisições recebidas em portas distintas. Em seguida é apresentado um modelo dos componentes da integração sugerida.

4.1 AMBIENTE HOSPITALAR E QUALIDADE DE SERVIÇO

Ambientes hospitalares possuem uma série de serviços rodando simultaneamente. Podemos citar alguns como:

- Serviços de mensagens;
- Ambientes colaborativos;
- Integrações com exames;
- Exames de imagens;
- Serviço para multimídia;
- Segurança; entre outros.

Cada um desses serviços possui prioridades diferentes e com novos recursos de rede isso tem sido visto como citado em Skorin-Kapov e Matijasevic (2010) que define algumas classes de serviço para ser aplicado QoS conforme a Figura 10. Diz que pacientes com monitoramento de sinais vitais possuem necessidades diferentes. Por exemplo, os que estão em estado mais grave podem ter seu monitoramento realizado a cada segundo enquanto um paciente em bom estado pode ter seu monitoramento realizado a cada hora por exemplo, portanto aqui temos um mesmo serviço, uma mesma aplicação mas necessidades diferentes.

4.2 SOLUÇÃO PROPOSTA

A Figura 11 apresenta uma visão completa da solução, onde os nós destacados em verde representam etapas já concluídas da pesquisa,

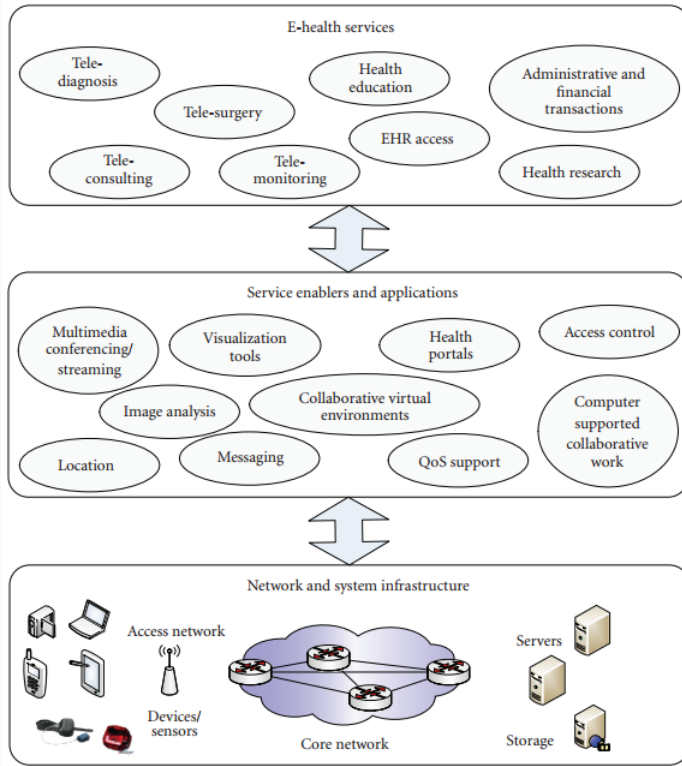


Figura 10 – Camadas de um ambiente hospitalar. (SKORIN-KAPOV; MATIJASEVIC, 2010)

dessa forma optamos por discutir mecanismos de QoS na próxima seção desse capítulo. Porém existem outras características dessa proposta que serão tratadas em trabalhos futuros mas discutiremos nesta seção a fim de apresentar os caminhos que esse estudo deve seguir.

Analisando a Figura 11 temos uma visão de como será o escopo final e os pontos a serem explorados serão justificados e motivados abaixo.

4.2.1 Interface gráfica

Essa seção irá descrever os meios de interação direta com o usuário

- Fluxograma: Será disponibilizado uma interface gráfica onde a instituição poderá definir ou customizar um protocolo assistencial a ser seguido, assim que o paciente for iniciado em um protocolo será possível consultar em qual o etapa do fluxograma o paciente está. O protocolo de Sepsis é utilizado como uma referência para o desenvolvimento, por ser complexo e extremamente relevante.
- Atualização de tarefas: Deve ser disponibilizado um meio para que os usuários responsáveis por determinada tarefa possam atualizar sua situação e assim mover o protocolo assistencial para uma nova etapa do fluxograma;
- Monitoramento de tarefas: Será possível que um perfil de profissional, conforme regra estabelecida pela instituição, possa consultar quais protocolos existem abertos e garante que os mesmos sigam conforme boas práticas.

4.2.2 Suporte a decisão clínica

Essa seção irá definir quais as características de suporte a decisão clínica a solução proposta deve atender, analisando a afirmação abaixo, podemos explicar algumas características de sistemas de suporte a decisão clínica que pretendemos atingir.

O paciente A está com suspeita de Sepsis e teve alguns exames solicitados conforme sugerido pelo ILAS. Um dos exames teve seu resultado integrado ao sistema indicando oligúria (diminuição do volume urinário) o que sugere uma disfunção orgânica e enquadra o paciente com um quadro de Sepsis grave.

- Diagnóstico: Assim que o exame fosse integrado, o paciente que antes tinha Sepsis e agora possui um débito urinário seria classificado pela aplicação como Sepsis grave antes de qualquer análise clínica;
- Alerta: O médico plantonista ou o profissional responsável pelo atendimento seria alertado agilizando assim uma ação médica;

- Apoio a processos: O alerta médico, o posicionamento do paciente no protocolo assim como a QoS e a conscientização da importância da ação pendente ao profissional do protocolo são ferramentas de apoio ao processo médico;
- Divulgação da informação: A coleta de informações sigilosas e a comparação de resultados de protocolo implementados em diferentes instituições ou mudanças em um protocolo seriam uma fonte valiosa de pesquisa para avanços médicos.

4.2.3 Interface de integração com o prontuário

Será pesquisado sobre alguns dos principais padrões mundiais utilizados para interoperabilidade entre sistemas de saúde com o objetivo de garantir uma maior aceitação e aderência da solução proposta.

4.2.4 Segurança e sigilo

Existem preocupações com relação à segurança das informações do paciente e garantir todo o sigilo referente a informação que poderia ser disponibilizada pela instituição, portanto serão avaliados mecanismos para garantir a segurança e o sigilo necessário.

4.2.5 Gerenciamento de mensagens

Como o paciente pode estar se movimentando entre setores ou, passar de um nível de QoS para outro é uma preocupação que as mensagens cheguem desordenadas. Por exemplo, um sinal vital aferido em um setor de UTI, ou através de monitoração manual durante uma passagem de setor para realizar algum exame. Como garantir que o sistema não interprete ou não receba as mensagens em ordem trocadas? Ou ainda que consiga lidar com isso caso aconteça?

4.2.6 Transparência de recursos

Quando uma ação é necessária em um setor de enfermagem, ou para o médico de plantão a aplicação não precisa necessariamente saber onde entregar a mensagem mas disponibilizar meio para que a

mesma seja entregue. Para essas situações também serão analisados entrega de exames à laboratórios externos ou serviços terceirizados e esse recurso estará disponível em um ambiente externo a rede, que mesmo sendo externo a rede ainda assim deveriam ser alertados da urgência do protocolo.

4.2.7 Coleta de estatísticas

Serão estudadas ferramentas para analisar os dados coletados, disponibilizando assim meios de evidenciar comportamentos dos protocolos.

4.2.8 Qualidade de contexto

Também serão avaliados mecanismos para qualidade de contexto, como discutido em Nazário et al. (2015), buscando assim otimizar o desempenho do modelo proposto, Porém esta etapa é um grande desafio, pois o contexto também deve ser analisado a partir do fluxograma definido pela instituição.

4.3 O MODELO DE QOS PROPOSTO

São propostos recursos com objetivo de prover QoS e facilitar a adoção e manutenção de protocolos médicos em um ambiente hospitalar, é importante ressaltar que o escopo do trabalho é restringido a QoS mas outros tópicos serão analisados futuramente conforme descrito nos trabalhos futuros.

A proposta é mais aderente a uma instituição com prontuário eletrônico do paciente em pleno uso e capaz de integrar informações do mesmo. Ela está em conformidade com requisitos definidos pela acreditação hospitalar nível 7 do HIMSS. Portanto serão utilizados recursos existentes da instituição para que nossa proposta seja implementada.

Em uma breve análise, a Figura 12, está apresenta um ambiente hospitalar com setores de UTI supervisionados por monitores beira-leito que, por sua vez, comunicam com a central de monitoramento do fornecedor. Tanto os monitores quanto a central podem ser de diversos fornecedores. Algumas instituições podem ter inclusive mais de um fornecedor para a central de monitoramento. Essa central tem função de integrar as informações do monitoramento beira-leito com o PEP do

paciente. Essa comunicação é feita através do servidor de aplicação do sistema de gestão hospitalar utilizado.

A situação descreve uma integração de sinal vital, pois é o ambiente mais complexo identificado. Podem-se ter informações integradas a partir de resultados de exames, ou até mesmo intervenções ou procedimentos inseridos diretamente no PEP do paciente.

A partir do momento que o prontuário eletrônico do paciente possuir as informações, as mesmas serão enviadas para a aplicação de sepsis que irá auxiliar o médico no diagnóstico precoce. Assim que o protocolo for iniciado a aplicação irá coordenar onde existem ações necessárias para o paciente, assim como viabilizar que o *clinical pathway* do protocolo aconteça conforme sugerido pelo processo definido na instituição.

Conforme visto anteriormente, Skorin-Kapov e Matijasevic (2010) e Silva et al. (2015) idealizam ambientes voltados para a saúde onde existem diferentes serviços concorrendo e muitos deles exigem QoS. Porém não podemos afirmar que um mesmo serviço ou uma mesma aplicação terá sempre a mesma necessidade de QoS. Portanto, o conceito é que a QoS será garantida pela porta de comunicação e não pela aplicação, possibilitando assim que uma mesma aplicação possua diferentes QoS.

4.4 COMPONENTES DA INTEGRAÇÃO PROPOSTA

A solução proposta segue um modelo de integração entre três sistemas:

O monitoramento beira-leito de fornecedores de terceiro;

O sistema de PEP legado da instituição;

A aplicação de sepsis.

A Figura 13 apresenta esse modelo de integração.

O modelo proposto, por se tratar de uma integração, terá pouco impacto na infra-estrutura da instituição e não precisa conhecer detalhadamente cada origem de informação, aplicação ou serviço que insere informação no PEP. Seguem alguns exemplos de aplicações que podem ter diferentes QoS ou diferentes aplicações podendo ter a mesmo QoS:

- Monitoramento beira-leito de diferentes monitores podem ter a mesma QoS;
- Monitoramento de diferentes setores podem ter QoS diferentes conforme necessidade, por exemplo UTI e pós operatório;

- Pacientes em diferentes quadros clínicos podem ter diferentes QoS;
- Resultados de diferentes exames podem ter diferentes QoS;
- Ações penderes de ação disparadas para os pontos de ação definidos na Figura 12 podem ter diferentes QoS.

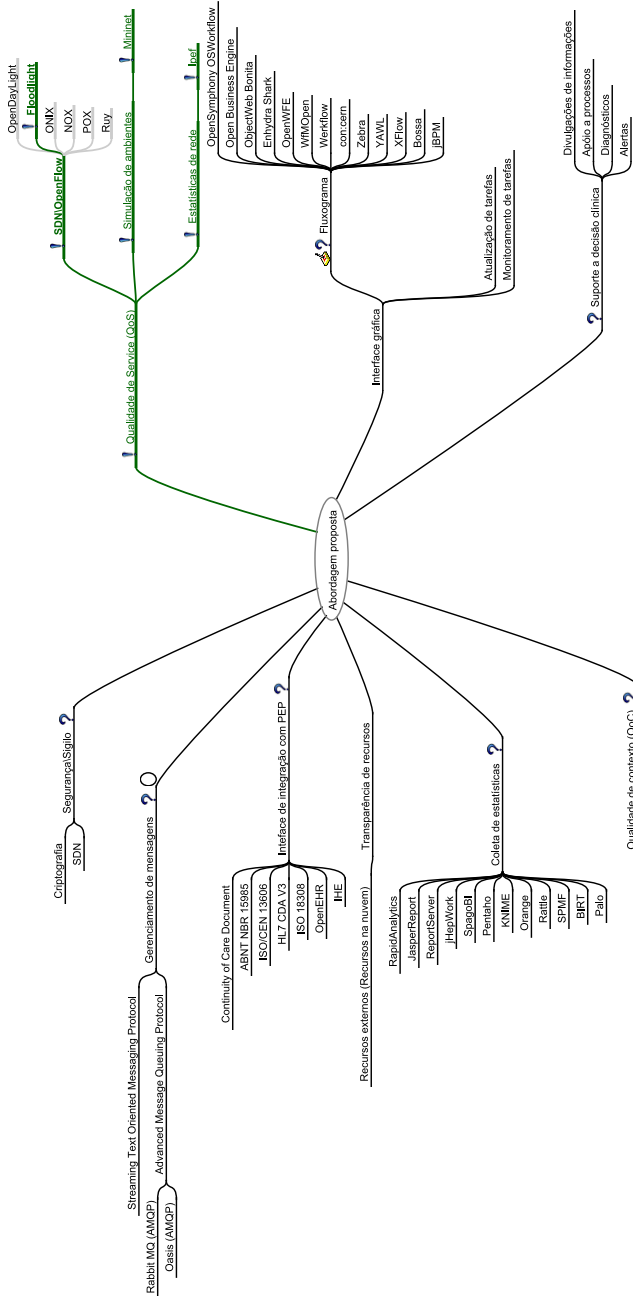


Figura 11 – Solução proposta

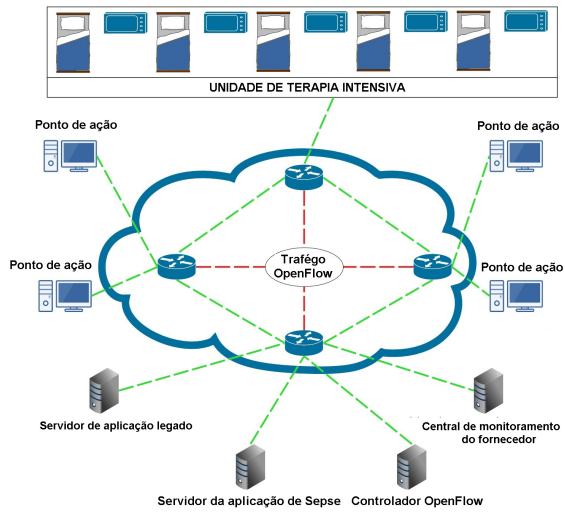


Figura 12 – Proposta para QoS

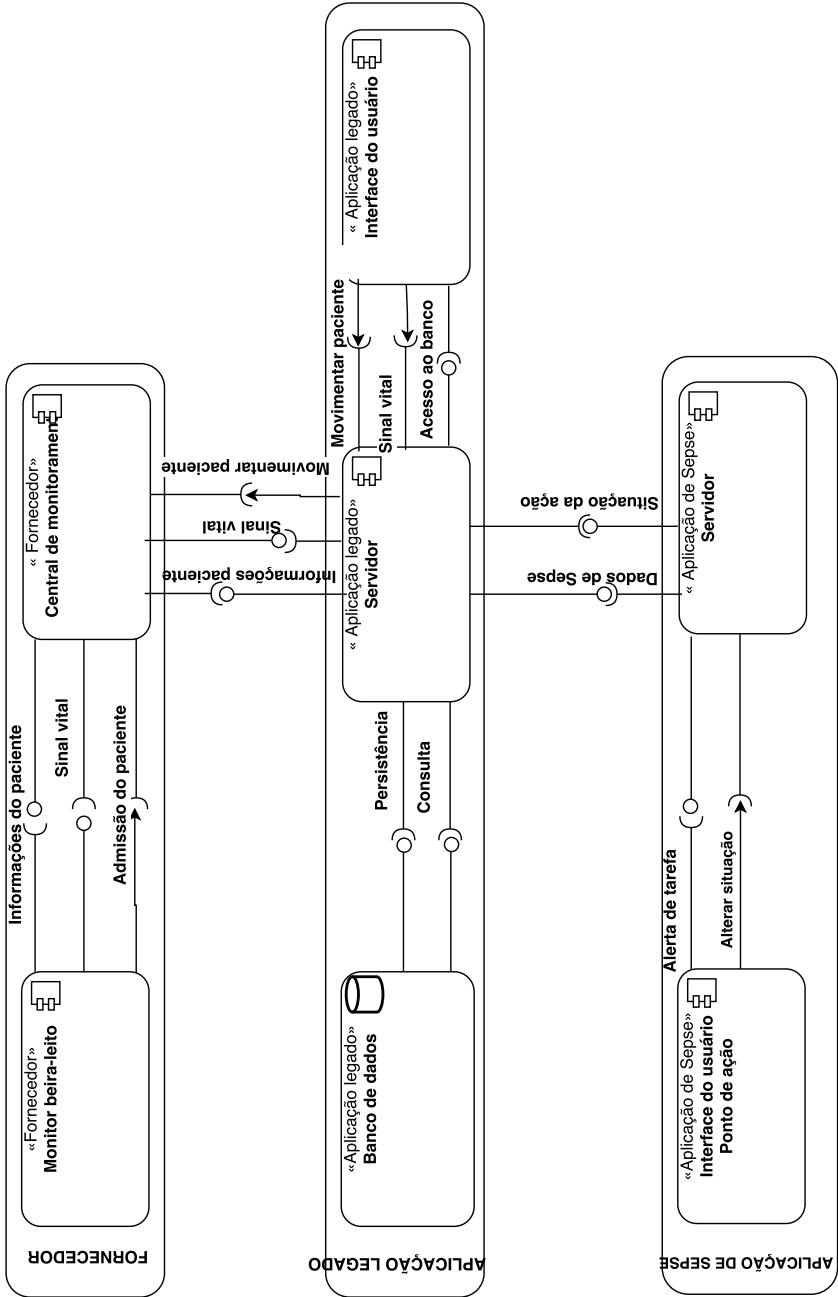


Figura 13 – Modelo de integração

5 AMBIENTE E RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O objetivo desse capítulo é avaliar o comportamento da abordagem proposta quanto a aplicação de redes definidas por software. Em um primeiro momento será apresentado o ambiente utilizado e em seguida os testes realizados serão detalhados.

Foram realizados três testes: o primeiro visa comparar o comportamento da rede com e sem mecanismos de QoS; o segundo tem por objetivo analisar a transferência de grandes volumes de dados em tempo, simulando exames de imagens ou monitoramento de sinais vitais com frequência muito alta por exemplo. O terceiro teste compara a latência com e sem mecanismos de QoS.

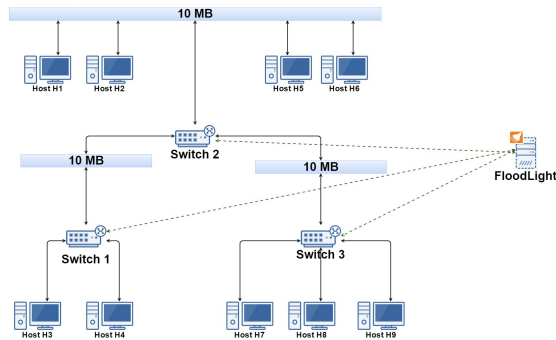


Figura 14 – Ambiente (ASSUITI et al., 2016)

A Figura 14 apresenta a topologia de redes definida através do simulador Mininet (MININET, 2016), o controlador utilizado foi o Floodlight (FLOODLIGHT, 2016), Open vSwitch (OPENVSWITCH, 2016) e iPerf (ESNET, 2016).

Abaixo temos uma breve descrição das ferramentas utilizadas:

- Mininet é um simulador de plataformas de redes que permite a criação de múltiplos nós, sendo eles *hosts*, *switches* ou controladores. Além disso ele é utilizado para testar diferentes topologias de rede e é amplamente utilizado em pesquisas sobre SDN.
- Floodlight é um controlador SDN de código aberto escrito em Java bem popular e com boa documentação. Open vSwitch é um

projeto de *software* compatível com protocolos tais como *Open-Flow* e configurações de filas de QoS.

- Open vSwitch é um switch virtual de múltiplas camadas sob a licença do Apache 2.0. Projetado para permitir a automatização de rede através da extensão programáveis, apoiando ainda interfaces de gerenciamento padrão e protocolos (por exemplo, NetFlow, sFlow, IPFIX, RSPAN, CLI, LACP, 802.1ag).
- Iperf é uma ferramenta utilizada para coletar estatísticas sobre o comportamento da rede.

Ainda sobre a Figura 14, foi criado o controlador Floodlight, nove *hosts* (h1 até h9) e três *switches* (s1 até s3) utilizado para todos os experimentos.

5.1 EXPERIMENTOS PRELIMINARES

5.1.1 Experimento 1 - Largura de banda entre os hosts

5.1.1.1 Sem configurações de QoS

Inicialmente foi testada a largura de banda onde foram estabelecidas seis conexões entre os hosts como descrito abaixo:

- C1: Conexão entre h1 e h9 sobre a porta 9000 com duração de trinta segundos;
- C2: Conexão entre h2 e h9 sobre a porta 9000 com duração de trinta segundos;
- C3: Conexão entre h3 e h8 sobre a porta 80 com duração de cinquenta segundos;
- C4: Conexão entre h5 e h8 sobre a porta 80 com duração de cinquenta segundos;
- C5: Conexão entre h4 e h7 sobre a porta 9001 com duração de trinta segundos;
- C6: Conexão entre h6 e h7 sobre a porta 9001 com duração de trinta segundos.

As conexões C1 e C2 simulam o tráfego entre monitores beira leito e central de monitoramento;

As conexões C3 e C4 simulam tráfego de fundo, por exemplo downloads, vídeo chamadas, stream de vídeos e até mesmo integrações com exames de imagens, por exemplo.

As conexões C5 e C6 simulam o tráfego da aplicação de Sepse.

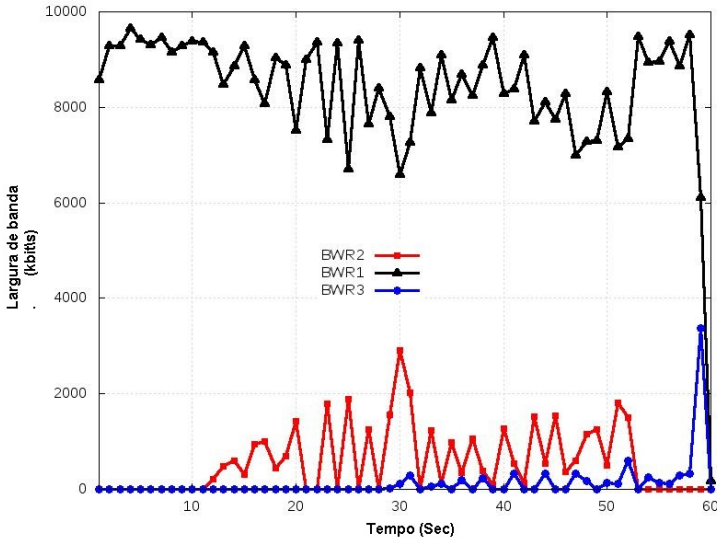


Figura 15 – Ambiente sem mecanismo de QoS (ASSUITI et al., 2016)

Na Figura 15 podemos observar que as configurações C3 e C4 simulando tráfego de fundo representam a largura de banda recebida por h8 e são denominada por BWR1. Dez segundos depois, as conexões C1 e C2 iniciam o tráfego referente ao monitoramento de sinais vitais realizados na UTI sobre a porta 9000 e é denominada de BWR2. Vinte segundos depois é iniciada a comunicação através da conexão C5 e C6 e a largura de banda recebida por h7 é denominada por BWR3.

Analisando a Figura 15 é possível verificar que o tráfego de fundo acaba consumindo muito da largura de banda disponível e prejudicando a comunicação referente a aplicação de Sepse, assim como o monitoramento de sinais vitais. Para esse primeiro ambiente não existe nenhuma ferramenta de QoS, ou seja a concorrência é aberta.

5.1.1.2 Com configurações de QoS

Para garantir largura de banda para a aplicação de Sepse foram definidas filas no controlador Floodlight como segue abaixo:

- Fila 1: com taxa de transferência máxima de oito megabits;
- Fila 2: com taxa de transferência de quatro megabits;
- Fila 3: com taxa de transferência mínima e máxima de dois megabits;

Após as novas configurações temos então:

- C1: Conexão entre h1 e h9 sobre a porta 9000 e fila 3 com duração de trinta segundos;
- C2: Conexão entre h2 e h9 sobre a porta 9000 e fila 3 com duração de trinta segundos;
- C3: Conexão entre h3 e h8 sobre a porta 80 e fila 1 com duração de cinquenta segundos;
- C4: Conexão entre h5 e h8 sobre a porta 80 e fila 1 com duração de cinquenta segundos;
- C5: Conexão entre h4 e h7 sobre a porta 9001 e fila 2 com duração de trinta segundos;
- C6: Conexão entre h6 e h7 sobre a porta 9001 e fila 2 com duração de trinta segundos.

Comparando os resultados do gráfico da Figura 15 e da Figura 16 é possível identificar que, com as configurações de QoS sobre as aplicações utilizadas em portas específicas, a entrega de dados fica muito mais consistente de acordo com a urgência requerida pela aplicação. Como descrito nos capítulos 1 e 2 que falam sobre a urgência da Sepse, alguns passos têm expectativa máxima de trinta minutos, isso considerando interação entre diferentes profissionais. Portanto o QoS aplicado a essa situação pode ajudar a alcançar a urgência exigida pela aplicação.

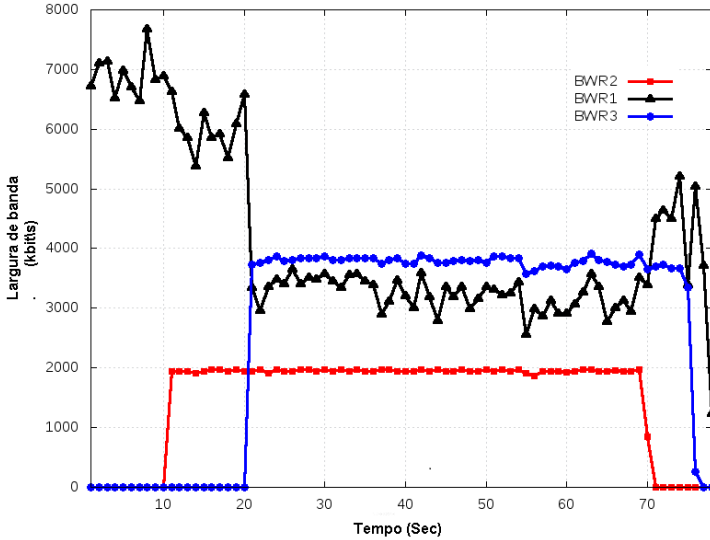


Figura 16 – Ambiente com mecanismo de QoS (ASSUITI et al., 2016)

5.1.2 Experimento 2 - Arquivo enviado através dos hosts

Para o segundo experimento da Figura 17 e Tabela 1 foram realizadas transferências de arquivos de diferentes tamanhos entre dois pares de hosts:

- h1-h9 sobre a porta 9000 (FT1): Simulando tráfego entre monitores beira leito e central de monitoramento
- h4-h7 sobre a porta 9001 (FT2): Simulando dados da aplicação de Sepsis

O tráfego de fundo utilizados no teste anterior foi mantido com objetivo de simular uma maior concorrência no ambiente. Foram utilizadas as mesmas configurações do teste anterior. Portanto FT1 utilizou a fila três com largura mínima e máxima de banda de 2 megabits; FT2 utilizou a fila dois com largura mínima e máxima de 4 megabits.

O resultado apresentado nesse experimento mostrou que as configurações de QoS podem reduzir significativamente o tempo para enviar um certo volume de dados, o que é essencial para garantir a escalabilidade de uma aplicação que exija QoS em um ambiente exigente.

Tabela 1 – Transferência de arquivos em segundos (ASSUITI et al., 2016)

Tamanho arquivo(MB)	FT1	FT1 com QoS	FT2	FT2 com QoS
4	60.41	17.03	89.26	8.79
8	72.66	34.03	57.70	17.43
1	113.99	74.46	87.58	34.52
3	168.11	135.16	181.49	70.41

Também concluímos que mesmo uma largura de banda pequena pode prover um QoS satisfatório.

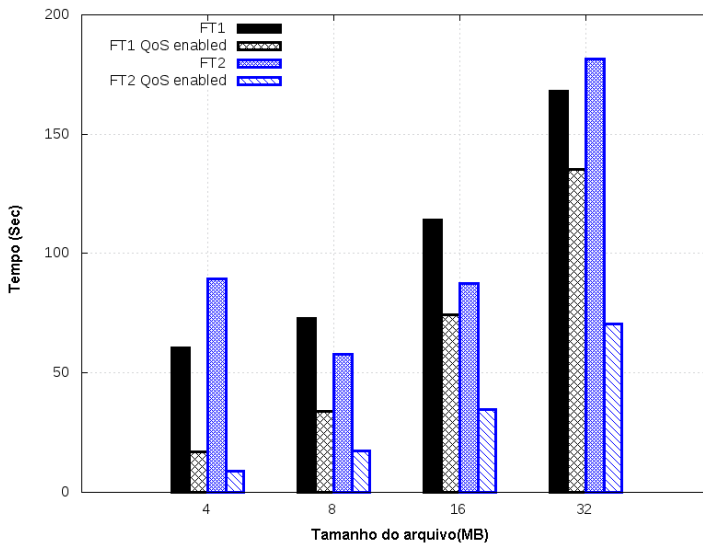


Figura 17 – Experimento com transferência de arquivo (ASSUITI et al., 2016)

5.1.3 Experimento 3 - Latência entre hosts

Este experimento utiliza exatamente as mesmas configurações do experimento um, com configurações de QoS, porém o objetivo é verificar a latência entre as conexões C1, C2, C5, C6. A figura 18 mostra que, quando não existe configurações de QoS, a latência chega a valores expressivamente altos de acordo com a competição da rede, enquanto com configurações de QoS, a latência tende a ficar entre 0 e 1.

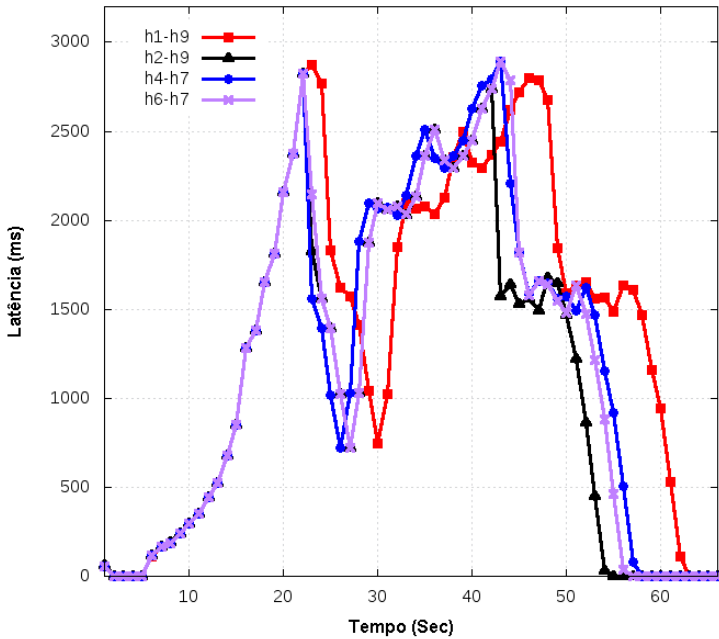


Figura 18 – Latência (ASSUITI et al., 2016)

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O trabalho propõe o uso de redes definidas por software para atender a urgência exigida pela aplicação e garantir a qualidade de serviço necessária, mantendo toda a topologia e arquitetura existente utilizando recursos já disponíveis para acreditação hospitalar e com baixo impacto ao ambiente. Em um ambiente hospitalar essa abordagem vai prover garantia de serviços para aplicação que implementa o protocolo de Sepsis.

Os experimentos realizados mostraram-se promissores quanto a QoS através do gerenciamento de filas para a aplicação de Sepsis, onde outros hosts concorrentes na rede sem mecanismos de QoS contribuíram para deterioração da comunicação. O experimento também mostrou que é possível e relativamente simples aplicar recursos de SDN em aplicações que exigem garantias de QoS se a aplicação utilizar alguma porta específica quando for necessário QoS.

Como trabalho futuro, pretendemos construir uma ferramenta de suporte a decisão clínica com capacidade de auxiliar no diagnóstico de Sepsis em seus estágios iniciais, além de alertar ações necessárias e auxiliar no gerenciamento do curso do paciente em seu tratamento. Iniciaremos implementando o protocolo de Sepsis proposto por (ILAS, 2004b), porém objetivo é disponibilizar um módulo onde a instituição possa modelar o protocolo que deseja utilizar definindo um fluxograma com decisões lógicas e interpretações de variáveis de acordo com sua necessidade. Para essas variáveis será analisado a viabilidade da aplicação possuir interfaces nativas para padrões aceitos pelo (HIMSSANALYTICS, 2016) para a acreditação hospitalar nível 7 do ERAM, como por exemplo HL7v2.X ou CDA (CCD – Continuity of Care Document). Também será avaliada a possibilidade de utilizar qualidade de contexto assim como (NAZÁRIO et al., 2015). Por exemplo uma temperatura corporal entre 36 e 38 pode não ser interessante para o protocolo de Sepsis da instituição, no entanto isso é um grande desafio pois algumas das variáveis deflagradoras de Sepsis são calculadas através do desvio padrão.

Uma vez aplicado em ambientes reais seria interessante desenvolver indicadores de gestão permitindo que a instituição ou até mesmo o órgão que desenvolveu o protocolo possam ter informações sobre os dados de cada etapa do fluxo.

Nas seções anteriores ficou claro que o problema de sepsis é crítico por se tratar da maior causa de mortes em UTIs e porque em

geral os profissionais não estão preparados para lidar com esse diagnóstico. Analisando a figura 5 e analisando os pacotes sugeridos por (ILAS, 2004b) fica claro que o diagnóstico precoce é muito importante para um tratamento efetivo, mas também é muito complexo por envolver todo o corpo clínico da instituição.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, A. *Are Pathways Effective in Acute Kidney Injury (AKI)?* [S.l.]: KSAU-HS Convention Center, Jeddah, 2014.
- ANDRADE, E.; SILVA, R. *Resolução nº 1.638/2002*. Brasília, DF, 2002.
- ASSUITI, M. et al. A software-defined network configuration providing differentiated qos to an ehealth environment. In: THE STEERING COMMITTEE OF THE WORLD CONGRESS IN COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND APPLIED COMPUTING (WORLDCOMP). *Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA)*. [S.l.], 2016. p. 237.
- ASSUNO, M. et al. Survey on physicians' knowledge of sepsis: Do they recognize it promptly? *Journal of Critical Care*, Elsevier B.V., v. 25, n. 4, p. 545–552, 2010. ISSN 08839441. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2010.03.012>>.
- BARI, M. F. et al. Policypop: an autonomic qos policy enforcement framework for software defined networks. In: IEEE. *Future Networks and Services (SDN4FNS), 2013 IEEE SDN for*. [S.l.], 2013. p. 1–7.
- BEALE, R. et al. Promoting global research excellence in severe sepsis (progress): lessons from an international sepsis registry. *Infection*, Springer, v. 37, n. 3, p. 222–232, 2009.
- BERLIN, A.; SORANI, M.; SIM, I. A taxonomic description of computer-based clinical decision support systems. *Journal of biomedical informatics*, Elsevier, v. 39, n. 6, p. 656–667, 2006.
- BERNER, E. S. *Clinical decision support systems: theory and practice*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2007.
- BLOIS, M. S.; SHORTLIFFE, E. H. The computer meets medicine: emergence of a discipline. In: ADDISON-WESLEY LONGMAN PUBLISHING CO., INC. *Medical informatics: computer applications in health care*. [S.l.], 1990. p. 3–36.
- BRASIL, A. M. F. E.; MEDEIROS, C. R. G.; SALDANHA, O. M. d. F. L. Estratégia Saúde da Família: análise dos registros em prontuários. *Caderno Pedagógico*, v. 12, n. 1, p. 265–276, 2015.

DELLINGER, R. P. et al. Surviving sepsis campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Intensive care medicine*, Springer, v. 30, n. 4, p. 536–555, 2004.

DMS. Dia mundial da sepse. <http://www.diamundialdasepse.com.br/>, 2015. <<http://www.diamundialdasepse.com.br/>>. Acessado em 03/08/2016.

DYRBYE, L. N.; SHANAFELT, T. D. Physician burnout: a potential threat to successful health care reform. *Jama*, American Medical Association, v. 305, n. 19, p. 2009–2010, 2011.

EGILMEZ, H. E. et al. Openqos: An openflow controller design for multimedia delivery with end-to-end quality of service over software-defined networks. In: *IEEE. Signal & Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), 2012 Asia-Pacific*. [S.l.], 2012. p. 1–8.

ESNET. iperf. 2016. <<http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>>.

FERNANDES, E. L.; ROTHENBERG, C. E. OpenFlow 1.3 Software Switch. *Anais do 32º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC*, p. 1021–1028, 2014.

FLOODLIGHT. Floodlight. 09 2016. <<https://floodlight.atlassian.net/wiki/>>.

FOLKS. Modelo de Adoção do Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) Electronic Medical Record Adoption Model (EMRAM). p. 1–4, 2016.

FUNDATION, O. N. Software-defined networking: The new norm for networks. *ONF White Paper*, 2012.

GARG, A. X. et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review. *Jama*, American Medical Association, v. 293, n. 10, p. 1223–1238, 2005.

GSA. World sepsis day. 2015. <<http://www.world-sepsis-day.org/>>. Acessado em 15/11/2015.

HIMSSANALYTICS. himssanalytics. <http://www.himssanalytics.org/>, 2016. <<http://www.himssanalytics.org/>>. Acessado em 10/08/2016.

- ILAS. Algoritmo dos indicadores de Sepse. 2004.
<<http://www.ilas.org.br/index.php>>. Acessado em 15/11/2015.
- ILAS. Campanha de sobrevivência á Sepse. 2004.
<<http://www.ilasonlinems.org.br/ilasonlinems/Pages/Home.aspx>>. Acessado em 15/07/2016.
- ISHIMORI, A. et al. Control of multiple packet schedulers for improving qos on openflow/sdn networking. In: IEEE. *2013 Second European Workshop on Software Defined Networks*. [S.l.], 2013. p. 81–86.
- JÚNIOR, J. et al. Sepse brasil: estudo epidemiológico da sepse em unidades de terapia intensiva brasileiras. *Rev Bras Ter Intensiva*, SciELO Brasil, v. 18, n. 1, p. 9–17, 2006.
- KHAN, P.; DIVATIA, J. Severe sepsis bundles. *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, Medknow Publications, v. 14, n. 1, p. 8, 2010.
- KISSOON, N. et al. World federation of pediatric intensive care and critical care societies: global sepsis initiative. *Pediatric Critical Care Medicine*, LWW, v. 12, n. 5, p. 494–503, 2011.
- KUMAR, S.; PRASAD, R. Importance of expert system shell in development of expert system. *International Journal of Innovative Research and Development*, v. 4, n. 3, 2015.
- LAGU, T. et al. Hospitalizations, costs, and outcomes of severe sepsis in the united states 2003 to 2007. *Critical care medicine*, LWW, v. 40, n. 3, p. 754–761, 2012.
- LEVY, M. M. et al. 2001 sccm/esicm/accp/ats/sis international sepsis definitions conference. *Intensive care medicine*, Springer, v. 29, n. 4, p. 530–538, 2003.
- LOTUFO, F. A. H. Sepse Grave de Origem Urinária na Gestação. p. 1–13, 2012.
- MCCAULEY, M. About pox. 09 2016.
<<http://www.noxrepo.org/pox/about-pox/>>. Acessado em 07/09/2016.

MCCLELLAND, H.; MOXON, A. Early identification and treatment of sepsis. *Nursing times*, v. 110, n. 4, p. 14–17, 2014. ISSN 0954-7762. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24592630>>.

MCKEOWN, N. et al. Openflow: enabling innovation in campus networks. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, ACM, v. 38, n. 2, p. 69–74, 2008.

MININET. Mininet. 2016. <<http://mininet.org/>>.

MUSEN, M. A.; MIDDLETON, B.; GREENES, R. A. Clinical decision-support systems. In: *Biomedical informatics*. [S.l.]: Springer, 2014. p. 643–674.

NAZÁRIO, D. C. et al. An enhanced quality of context evaluating approach in the e-health sensor platform. p. 1–7, 2015.

ONGARO, F. Enhancing quality of service in software-defined networks. *ALMA MATER STUDIORUM-UNIVERSITY OF BOLOGNA*, 2014.

ONGARO, F. Enhancing quality of service in software-defined networks. *ALMA MATER STUDIORUM-UNIVERSITY OF BOLOGNA*, 2014.

OPENVSWITCH. openswitch. 2016. <<http://openswitch.org/>>.

RHODES, A. et al. The surviving sepsis campaign bundles and outcome: Results from the international multicentre prevalence study on sepsis (the impress study). *Intensive care medicine*, Springer, v. 41, n. 9, p. 1620–1628, 2015.

RODRÍGUEZ, F. L. Arquitetura e protótipo de uma rede sdn-openflow para provedor de serviço. 2014.

SBIS. Sociedade brasileira de informatica em saude. 2004. <<http://www.sbis.org.br/infosauade.htm>>. Acessado em 15/11/2015.

SEDDIKI, M. S. et al. Flowqos: Qos for the rest of us. In: *ACM. Proceedings of the third workshop on Hot topics in software defined networking*. [S.l.], 2014. p. 207–208.

SEIXAS, F. L.; CONCI, A.; SAADE, D. C. M. Sistema de apoio à decisão aplicado ao diagnóstico de demência, doença de alzheimer e transtorno cognitivo leve. *Jornal Brasileiro de TeleSaúde*, v. 2, n. 4, p. 143–144, 2013.

- SEZER, S. et al. Are we ready for sdn? implementation challenges for software-defined networks. *IEEE Communications Magazine*, IEEE, v. 51, n. 7, p. 36–43, 2013.
- SHANAFELT, T. D. et al. Burnout and self-reported patient care in an internal medicine residency program. *Annals of internal medicine*, Am Coll Physicians, v. 136, n. 5, p. 358–367, 2002.
- SHIN, M.-K.; NAM, K.-H.; KIM, H.-J. Software-defined networking (sdn): A reference architecture and open apis. In: IEEE. *2012 International Conference on ICT Convergence (ICTC)*. [S.l.], 2012. p. 360–361.
- SILVA, G. A. R. D. O processo de tomada de decisão na prática clínica: a medicina como estado da arte. *Revista Brasileira de Clínica Médica*, v. 11, n. 1, p. 75–79, 2013.
- SILVA, M. P. et al. A Managing QoE Approach for Provisioning User Experience Aware Services Using SDN. ., p. 51–58, 2015.
- SILVA, W. O. da. Objeto Distribuído Aplicado na Área de Saúde : Um projeto em Telemedicina. *I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP CAMPUS GUARUJÁ*, 2003.
- SIMON, R.; FINFER, M. Severe Sepsis and Septic Shock. *New England Journal of Medicine*, v. 369, n. 21, p. 2069–2069, 2013. ISSN 0028-4793. <<http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMx130051>>.
- SIQUEIRA-BATISTA, R. et al. Sepsis: an update. *Rev Bras Ter Intensiva*, v. 23, n. 2, p. 207–216, 2011.
- SKORIN-KAPOV, L.; MATIJASEVIC, M. Analysis of qos requirements for e-health services and mapping to evolved packet system qos classes. *International Journal of Telemedicine and Applications*, 2010. ISSN 16876415.
- SPALLA, E. S. et al. Estratégias para resiliência em sdn: Uma abordagem centrada em multi-controladores ativamente replicados. 2015.
- VINCENT, J.-L. et al. Assessment of the worldwide burden of critical illness: the intensive care over nations (icon) audit. *The lancet Respiratory medicine*, Elsevier, v. 2, n. 5, p. 380–386, 2014.

WALLNER, R.; CANNISTRA, R. An sdn approach: quality of service using big switch's floodlight open-source controller. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, v. 35, p. 14–19, 2013.

WANG, D.; SHORTLIFFE, E. H. Glee—a model-driven execution system for computer-based implementation of clinical practice guidelines. In: AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION. *Proceedings of the AMIA Symposium*. [S.l.], 2002. p. 855.

WRIGHT, A. et al. Development and evaluation of a comprehensive clinical decision support taxonomy: comparison of front-end tools in commercial and internally developed electronic health record systems. *Journal of the American Medical Informatics Association*, The Oxford University Press, v. 18, n. 3, p. 232–242, 2011.

XAVIER, R. M.; DORA, J. M.; BARROS, E. *Laboratório na Prática Clínica-: Consulta Rápida*. [S.l.]: Artmed Editora, 2016.

ANEXO A – Trabalhos completos publicados em anais de congressos

1.A Software-Defined Network Configuration Providing Differentiated QoS to an eHealth Environment

- Autores: Assuiti, M., Volpato, F., da Silva, M. P., and Dantas, M. A. R.
- Evento: PDPTA 2016, Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications
- Local: Las Vegas, Estados Unidos.
- Data: Julho de 2016
- Estrato Qualis/CAPES: B2
- Descrição: Proposta de uma abordagem baseada em SDN que possibilita de maneira simples e aderente garantir o QoS exigido por uma aplicação com a urgência da Sepse.

**ANEXO B – Material auxiliar ao protocolo de Sepsis em
diversos hospitais**

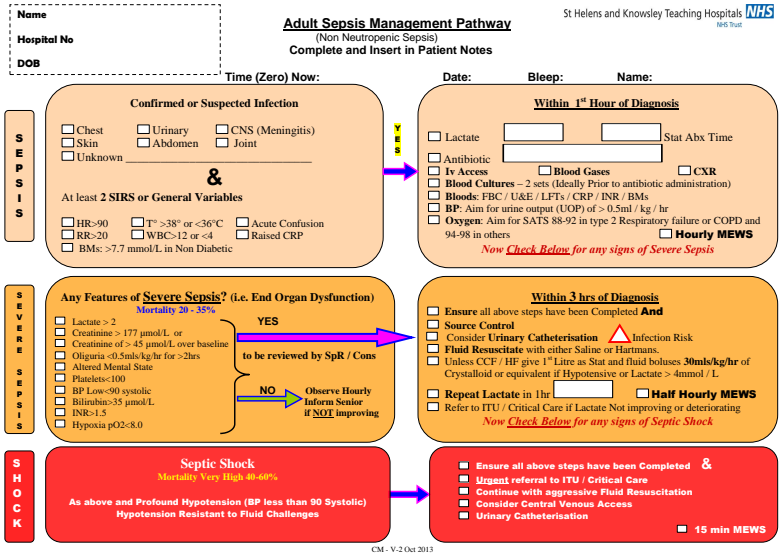


Figure 19 – St Helens Adult Sepsis Management Pathway

ST. JOSEPH MERCY ANCHOR
ST. JOSEPH MERCY LIVINGSTON
ST. JOSEPH MERCY SALES
ICU Severe Sepsis Screening Tool
 Geneva Campus - Medical - Sepsis - Organ Protection

Objective: The screening tool is for use in identifying patients with severe sepsis. Screen each patient upon admission, once per shift and PRN with change in condition.

Screening for documented infection

I. SIRS Systemic Inflammatory Response Syndrome (see list of items following)

Temperature greater than or equal to 101°F or less than or equal to 96°F
 Heart rate greater than 90 beats/minute
 Respiratory rate greater than 20 breaths per minute
 WBC greater than or equal to 12,000/mm³ or less than or equal to 4,000/mm³ or greater than 0.5% bands
 Serum lactate greater than 1.6 mmol/L in non-hypotensive patient
 Respiratory system for severe sepsis (Pneumonia)
 2 of the top 3 of above items (SIRS)

II. Infection (one or more of following):

Documented or documented infection
 Antibiotic Therapy and prophylaxis
 Fluids less than 4 days - Respiratory system for severe sepsis (Pneumonia) - central catheter (catheter NC or PIV)
 (one or more of the following within 3 days of onset of SIRS)
 Urinary tract infection - either culture positive YES or PIVs, OR phlegm for severe sepsis used and score 10 or 11

III. Organ Dysfunction (change from baseline)

(one or more of the following within 3 days of onset of SIRS)
 Respiratory: Score from PIVs OR Change in PIV measurements
 Cardiovascular: Sepsis less than 100% (MAP less than baseline OR MAP less than 65mmHg)
 Renal: Serum creatinine less than 1.5mg/dL or creatinine clearance less than 30% of baseline
 CNS: Altered consciousness (attributed to primary reason pathologic)
 Hematologic: Platelets less than 100,000/mm³ greater than 1:5
 Hepatic: Serum total bilirubin greater than or equal to 2mg/dL
 Hematologic: Serum prothrombin time greater than or equal to 1.5x
 Respiratory system for severe sepsis (Pneumonia)
 If check one in section III or a severe sepsis alert time, patient has screened positive for severe sepsis

Call rapid response team
 Call physician, physician assistant or nurse practitioner and implement urgent measures per protocol
 If intubate or attempt IV access of large vein PIV if no central access
 Obtain a central venous catheter (CVC) or a large bore IV (16-20 gauge) if CVC if has been greater than 12 hours since last used
 If patient is hypotensive (mean arterial blood pressure (MABP) less than 65 mmHg) - starting upon admission or at first appropriate call hypotensive resolved, unless screen 2P less than 20% or 3P or 4P or 5P or 6P or 7P or 8P or 9P or 10P or 11P or 12P or 13P or 14P or 15P or 16P or 17P or 18P or 19P or 20P or 21P or 22P or 23P or 24P or 25P or 26P or 27P or 28P or 29P or 30P or 31P or 32P or 33P or 34P or 35P or 36P or 37P or 38P or 39P or 40P or 41P or 42P or 43P or 44P or 45P or 46P or 47P or 48P or 49P or 50P or 51P or 52P or 53P or 54P or 55P or 56P or 57P or 58P or 59P or 60P or 61P or 62P or 63P or 64P or 65P or 66P or 67P or 68P or 69P or 70P or 71P or 72P or 73P or 74P or 75P or 76P or 77P or 78P or 79P or 80P or 81P or 82P or 83P or 84P or 85P or 86P or 87P or 88P or 89P or 90P or 91P or 92P or 93P or 94P or 95P or 96P or 97P or 98P or 99P or 100P or 101P or 102P or 103P or 104P or 105P or 106P or 107P or 108P or 109P or 110P or 111P or 112P or 113P or 114P or 115P or 116P or 117P or 118P or 119P or 120P or 121P or 122P or 123P or 124P or 125P or 126P or 127P or 128P or 129P or 130P or 131P or 132P or 133P or 134P or 135P or 136P or 137P or 138P or 139P or 140P or 141P or 142P or 143P or 144P or 145P or 146P or 147P or 148P or 149P or 150P or 151P or 152P or 153P or 154P or 155P or 156P or 157P or 158P or 159P or 160P or 161P or 162P or 163P or 164P or 165P or 166P or 167P or 168P or 169P or 170P or 171P or 172P or 173P or 174P or 175P or 176P or 177P or 178P or 179P or 180P or 181P or 182P or 183P or 184P or 185P or 186P or 187P or 188P or 189P or 190P or 191P or 192P or 193P or 194P or 195P or 196P or 197P or 198P or 199P or 200P or 201P or 202P or 203P or 204P or 205P or 206P or 207P or 208P or 209P or 210P or 211P or 212P or 213P or 214P or 215P or 216P or 217P or 218P or 219P or 220P or 221P or 222P or 223P or 224P or 225P or 226P or 227P or 228P or 229P or 230P or 231P or 232P or 233P or 234P or 235P or 236P or 237P or 238P or 239P or 240P or 241P or 242P or 243P or 244P or 245P or 246P or 247P or 248P or 249P or 250P or 251P or 252P or 253P or 254P or 255P or 256P or 257P or 258P or 259P or 260P or 261P or 262P or 263P or 264P or 265P or 266P or 267P or 268P or 269P or 270P or 271P or 272P or 273P or 274P or 275P or 276P or 277P or 278P or 279P or 280P or 281P or 282P or 283P or 284P or 285P or 286P or 287P or 288P or 289P or 290P or 291P or 292P or 293P or 294P or 295P or 296P or 297P or 298P or 299P or 300P or 301P or 302P or 303P or 304P or 305P or 306P or 307P or 308P or 309P or 310P or 311P or 312P or 313P or 314P or 315P or 316P or 317P or 318P or 319P or 320P or 321P or 322P or 323P or 324P or 325P or 326P or 327P or 328P or 329P or 330P or 331P or 332P or 333P or 334P or 335P or 336P or 337P or 338P or 339P or 340P or 341P or 342P or 343P or 344P or 345P or 346P or 347P or 348P or 349P or 350P or 351P or 352P or 353P or 354P or 355P or 356P or 357P or 358P or 359P or 360P or 361P or 362P or 363P or 364P or 365P or 366P or 367P or 368P or 369P or 370P or 371P or 372P or 373P or 374P or 375P or 376P or 377P or 378P or 379P or 380P or 381P or 382P or 383P or 384P or 385P or 386P or 387P or 388P or 389P or 390P or 391P or 392P or 393P or 394P or 395P or 396P or 397P or 398P or 399P or 400P or 401P or 402P or 403P or 404P or 405P or 406P or 407P or 408P or 409P or 410P or 411P or 412P or 413P or 414P or 415P or 416P or 417P or 418P or 419P or 420P or 421P or 422P or 423P or 424P or 425P or 426P or 427P or 428P or 429P or 430P or 431P or 432P or 433P or 434P or 435P or 436P or 437P or 438P or 439P or 440P or 441P or 442P or 443P or 444P or 445P or 446P or 447P or 448P or 449P or 450P or 451P or 452P or 453P or 454P or 455P or 456P or 457P or 458P or 459P or 460P or 461P or 462P or 463P or 464P or 465P or 466P or 467P or 468P or 469P or 470P or 471P or 472P or 473P or 474P or 475P or 476P or 477P or 478P or 479P or 480P or 481P or 482P or 483P or 484P or 485P or 486P or 487P or 488P or 489P or 490P or 491P or 492P or 493P or 494P or 495P or 496P or 497P or 498P or 499P or 500P or 501P or 502P or 503P or 504P or 505P or 506P or 507P or 508P or 509P or 510P or 511P or 512P or 513P or 514P or 515P or 516P or 517P or 518P or 519P or 520P or 521P or 522P or 523P or 524P or 525P or 526P or 527P or 528P or 529P or 530P or 531P or 532P or 533P or 534P or 535P or 536P or 537P or 538P or 539P or 540P or 541P or 542P or 543P or 544P or 545P or 546P or 547P or 548P or 549P or 550P or 551P or 552P or 553P or 554P or 555P or 556P or 557P or 558P or 559P or 560P or 561P or 562P or 563P or 564P or 565P or 566P or 567P or 568P or 569P or 570P or 571P or 572P or 573P or 574P or 575P or 576P or 577P or 578P or 579P or 580P or 581P or 582P or 583P or 584P or 585P or 586P or 587P or 588P or 589P or 590P or 591P or 592P or 593P or 594P or 595P or 596P or 597P or 598P or 599P or 600P or 601P or 602P or 603P or 604P or 605P or 606P or 607P or 608P or 609P or 610P or 611P or 612P or 613P or 614P or 615P or 616P or 617P or 618P or 619P or 620P or 621P or 622P or 623P or 624P or 625P or 626P or 627P or 628P or 629P or 630P or 631P or 632P or 633P or 634P or 635P or 636P or 637P or 638P or 639P or 640P or 641P or 642P or 643P or 644P or 645P or 646P or 647P or 648P or 649P or 650P or 651P or 652P or 653P or 654P or 655P or 656P or 657P or 658P or 659P or 660P or 661P or 662P or 663P or 664P or 665P or 666P or 667P or 668P or 669P or 670P or 671P or 672P or 673P or 674P or 675P or 676P or 677P or 678P or 679P or 680P or 681P or 682P or 683P or 684P or 685P or 686P or 687P or 688P or 689P or 690P or 691P or 692P or 693P or 694P or 695P or 696P or 697P or 698P or 699P or 700P or 701P or 702P or 703P or 704P or 705P or 706P or 707P or 708P or 709P or 710P or 711P or 712P or 713P or 714P or 715P or 716P or 717P or 718P or 719P or 720P or 721P or 722P or 723P or 724P or 725P or 726P or 727P or 728P or 729P or 730P or 731P or 732P or 733P or 734P or 735P or 736P or 737P or 738P or 739P or 740P or 741P or 742P or 743P or 744P or 745P or 746P or 747P or 748P or 749P or 750P or 751P or 752P or 753P or 754P or 755P or 756P or 757P or 758P or 759P or 760P or 761P or 762P or 763P or 764P or 765P or 766P or 767P or 768P or 769P or 770P or 771P or 772P or 773P or 774P or 775P or 776P or 777P or 778P or 779P or 780P or 781P or 782P or 783P or 784P or 785P or 786P or 787P or 788P or 789P or 790P or 791P or 792P or 793P or 794P or 795P or 796P or 797P or 798P or 799P or 800P or 801P or 802P or 803P or 804P or 805P or 806P or 807P or 808P or 809P or 810P or 811P or 812P or 813P or 814P or 815P or 816P or 817P or 818P or 819P or 820P or 821P or 822P or 823P or 824P or 825P or 826P or 827P or 828P or 829P or 830P or 831P or 832P or 833P or 834P or 835P or 836P or 837P or 838P or 839P or 840P or 841P or 842P or 843P or 844P or 845P or 846P or 847P or 848P or 849P or 850P or 851P or 852P or 853P or 854P or 855P or 856P or 857P or 858P or 859P or 860P or 861P or 862P or 863P or 864P or 865P or 866P or 867P or 868P or 869P or 870P or 871P or 872P or 873P or 874P or 875P or 876P or 877P or 878P or 879P or 880P or 881P or 882P or 883P or 884P or 885P or 886P or 887P or 888P or 889P or 890P or 891P or 892P or 893P or 894P or 895P or 896P or 897P or 898P or 899P or 900P or 901P or 902P or 903P or 904P or 905P or 906P or 907P or 908P or 909P or 910P or 911P or 912P or 913P or 914P or 915P or 916P or 917P or 918P or 919P or 920P or 921P or 922P or 923P or 924P or 925P or 926P or 927P or 928P or 929P or 930P or 931P or 932P or 933P or 934P or 935P or 936P or 937P or 938P or 939P or 940P or 941P or 942P or 943P or 944P or 945P or 946P or 947P or 948P or 949P or 950P or 951P or 952P or 953P or 954P or 955P or 956P or 957P or 958P or 959P or 960P or 961P or 962P or 963P or 964P or 965P or 966P or 967P or 968P or 969P or 970P or 971P or 972P or 973P or 974P or 975P or 976P or 977P or 978P or 979P or 980P or 981P or 982P or 983P or 984P or 985P or 986P or 987P or 988P or 989P or 990P or 991P or 992P or 993P or 994P or 995P or 996P or 997P or 998P or 999P or 1000P or 1001P or 1002P or 1003P or 1004P or 1005P or 1006P or 1007P or 1008P or 1009P or 1010P or 1011P or 1012P or 1013P or 1014P or 1015P or 1016P or 1017P or 1018P or 1019P or 1020P or 1021P or 1022P or 1023P or 1024P or 1025P or 1026P or 1027P or 1028P or 1029P or 1030P or 1031P or 1032P or 1033P or 1034P or 1035P or 1036P or 1037P or 1038P or 1039P or 1040P or 1041P or 1042P or 1043P or 1044P or 1045P or 1046P or 1047P or 1048P or 1049P or 1050P or 1051P or 1052P or 1053P or 1054P or 1055P or 1056P or 1057P or 1058P or 1059P or 1060P or 1061P or 1062P or 1063P or 1064P or 1065P or 1066P or 1067P or 1068P or 1069P or 1070P or 1071P or 1072P or 1073P or 1074P or 1075P or 1076P or 1077P or 1078P or 1079P or 1080P or 1081P or 1082P or 1083P or 1084P or 1085P or 1086P or 1087P or 1088P or 1089P or 1090P or 1091P or 1092P or 1093P or 1094P or 1095P or 1096P or 1097P or 1098P or 1099P or 1100P or 1101P or 1102P or 1103P or 1104P or 1105P or 1106P or 1107P or 1108P or 1109P or 1110P or 1111P or 1112P or 1113P or 1114P or 1115P or 1116P or 1117P or 1118P or 1119P or 1120P or 1121P or 1122P or 1123P or 1124P or 1125P or 1126P or 1127P or 1128P or 1129P or 1130P or 1131P or 1132P or 1133P or 1134P or 1135P or 1136P or 1137P or 1138P or 1139P or 1140P or 1141P or 1142P or 1143P or 1144P or 1145P or 1146P or 1147P or 1148P or 1149P or 1150P or 1151P or 1152P or 1153P or 1154P or 1155P or 1156P or 1157P or 1158P or 1159P or 1160P or 1161P or 1162P or 1163P or 1164P or 1165P or 1166P or 1167P or 1168P or 1169P or 1170P or 1171P or 1172P or 1173P or 1174P or 1175P or 1176P or 1177P or 1178P or 1179P or 1180P or 1181P or 1182P or 1183P or 1184P or 1185P or 1186P or 1187P or 1188P or 1189P or 1190P or 1191P or 1192P or 1193P or 1194P or 1195P or 1196P or 1197P or 1198P or 1199P or 1200P or 1201P or 1202P or 1203P or 1204P or 1205P or 1206P or 1207P or 1208P or 1209P or 1210P or 1211P or 1212P or 1213P or 1214P or 1215P or 1216P or 1217P or 1218P or 1219P or 1220P or 1221P or 1222P or 1223P or 1224P or 1225P or 1226P or 1227P or 1228P or 1229P or 1230P or 1231P or 1232P or 1233P or 1234P or 1235P or 1236P or 1237P or 1238P or 1239P or 1240P or 1241P or 1242P or 1243P or 1244P or 1245P or 1246P or 1247P or 1248P or 1249P or 1250P or 1251P or 1252P or 1253P or 1254P or 1255P or 1256P or 1257P or 1258P or 1259P or 1260P or 1261P or 1262P or 1263P or 1264P or 1265P or 1266P or 1267P or 1268P or 1269P or 1270P or 1271P or 1272P or 1273P or 1274P or 1275P or 1276P or 1277P or 1278P or 1279P or 1280P or 1281P or 1282P or 1283P or 1284P or 1285P or 1286P or 1287P or 1288P or 1289P or 1290P or 1291P or 1292P or 1293P or 1294P or 1295P or 1296P or 1297P or 1298P or 1299P or 1300P or 1301P or 1302P or 1303P or 1304P or 1305P or 1306P or 1307P or 1308P or 1309P or 1310P or 1311P or 1312P or 1313P or 1314P or 1315P or 1316P or 1317P or 1318P or 1319P or 1320P or 1321P or 1322P or 1323P or 1324P or 1325P or 1326P or 1327P or 1328P or 1329P or 1330P or 1331P or 1332P or 1333P or 1334P or 1335P or 1336P or 1337P or 1338P or 1339P or 1340P or 1341P or 1342P or 1343P or 1344P or 1345P or 1346P or 1347P or 1348P or 1349P or 1350P or 1351P or 1352P or 1353P or 1354P or 1355P or 1356P or 1357P or 1358P or 1359P or 1360P or 1361P or 1362P or 1363P or 1364P or 1365P or 1366P or 1367P or 1368P or 1369P or 1370P or 1371P or 1372P or 1373P or 1374P or 1375P or 1376P or 1377P or 1378P or 1379P or 1380P or 1381P or 1382P or 1383P or 1384P or 1385P or 1386P or 1387P or 1388P or 1389P or 1390P or 1391P or 1392P or 1393P or 1394P or 1395P or 1396P or 1397P or 1398P or 1399P or 1400P or 1401P or 1402P or 1403P or 1404P or 1405P or 1406P or 1407P or 1408P or 1409P or 1410P or 1411P or 1412P or 1413P or 1414P or 1415P or 1416P or 1417P or 1418P or 1419P or 1420P or 1421P or 1422P or 1423P or 1424P or 1425P or 1426P or 1427P or 1428P or 1429P or 1430P or 1431P or 1432P or 1433P or 1434P or 1435P or 1436P or 1437P or 1438P or 1439P or 1440P or 1441P or 1442P or 1443P or 1444P or 1445P or 1446P or 1447P or 1448P or 1449P or 1450P or 1451P or 1452P or 1453P or 1454P or 1455P or 1456P or 1457P or 1458P or 1459P or 1460P or 1461P or 1462P or 1463P or 1464P or 1465P or 1466P or 1467P or 1468P or 1469P or 1470P or 1471P or 1472P or 1473P or 1474P or 1475P or 1476P or 1477P or 1478P or 1479P or 1480P or 1481P or 1482P or 1483P or 1484P or 1485P or 1486P or 1487P or 1488P or 1489P or 1490P or 1491P or 1492P or 1493P or 1494P or 1495P or 1496P or 1497P or 1498P or 1499P or 1500P or 1501P or 1502P or 1503P or 1504P or 1505P or 1506P or 1507P or 1508P or 1509P or 1510P or 1511P or 1512P or 1513P or 1514P or 1515P or 1516P or 1517P or 1518P or 1519P or 1520P or 1521P or 1522P or 1523P or 1524P or 1525P or 1526P or 1527P or 1528P or 1529P or 1530P or 1531P or 1532P or 1533P or 1534P or 1535P or 1536P or 1537P or 1538P or 1539P or 1540P or 1541P or 1542P or 1543P or 1544P or 1545P or 1546P or 1547P or 1548P or 1549P or 1550P or 1551P or 1552P or 1553P or 1554P or 1555P or 1556P or 1557P or 1558P or 1559P or 1560P or 1561P or 1562P or 1563P or 1564P or 1565P or 1566P or 1567P or 1568P or 1569P or 1570P or 1571P or 1572P or 1573P or 1574P or 1575P or 1576P or 1577P or 1578P or 1579P or 1580P or 1581P or 1582P or 1583P or 1584P or 1585P or 1586P or 1587P or 1588P or 1589P or 1590P or 1591P or 1592P or 1593P or 1594P or 1595P or 1596P or 1597P or 1598P or 1599P or 1600P or 1601P or 1602P or 1603P or 1604P or 1605P or 1606P or 1607P or 1608P or 1609P or 1610P or 1611P or 1612P or 1613P or 1614P or 1615P or 1616P or 1617P or 1618P or 1619P or 1620P or 1621P or 1622P or 1623P or 1624P or 1625P or 1626P or 1627P or 1628P or 1629P or 1630P or 1631P or 1632P or 1633P or 1634P or 1635P or 1636P or 1637P or 1638P or 1639P or 1640P or 1641P or 1642P or 1643P or 1644P or 1645P or 1646P or 1647P or 1648P or 1649P or 1650P or 1651P or 1652P or 1653P or 1654P or 1655P or 1656P or 1657P or 1658P or 1659P or 1660P or 1661P or 1662P or 1663P or 1664P or 1665P or 1666P or 1667P or 1668P or 1669P or 1670P or 1671P or 1672P or 1673P or 1674P or 1675P or 1676P or 1677P or 1678P or 1679P or 1680P or 1681P or 1682P or 1683P or 1684P or 1685P or 1686P or 1687P or 1688P or 1689P or 1690P or 1691P or 1692P or 1693P or 1694P or 1695P or 1696P or 1697P or 1698P or 1699P or 1700P or 1701P or 1702P or 1703P or 1704P or 1705P or 1706P or 1707P or 1708P or 1709P or 1710P or 1711P or 1712P or 1713P or 1714P or 1715P or 1716P or 1717P or 1718P or 1719P or 1720P or 1721P or 1722P or 1723P or 1724P or 1725P or 1726P or 1727P or 1728P or 1729P or 1730P or 1731P or 1732P or 1733P or 1734P or 1735P or 1736P or 1737P or 1738P or 1739P or 1740P or 1741P or 1742P or 1743P or 1744P or 1745P or 1746P or 1747P or 1748P or 1749P or 1750P or 1751P or 1752P or 1753P or 1754P or 1755P or 1756P or 1757P or 1758P or 1759P or 1760P or 1761P or 1762P or 1763P or 1764P or 1765P or 1766P or 1767P or 1768P or 1769P or 1770P or 1771P or 1772P or 1773P or 1774P or 1775P or 1776P or 1777P or 1778P or 1779P or 1780P or 1781P or 1782P or 1783P or 1784P or 1785P or 1786P or 1787P or 1788P or 1789P or 1790P or 1791P or

STONY BROOK UNIVERSITY MEDICAL CENTER

PEDIATRIC ACUTE SEPSIS: PHYSICIAN'S ORDERS

ORDERS: Mark initial physician signature and DO. STAY ORDERS MUST BE COMPLETED TO ORDER

PHYSICIAN REMINDER: SUGGESTED ANTIMBIOTIC REGIMENS ON BACK. Note: These orders are for use in the treatment of acute pediatric sepsis only, NOT FOR RULE-OUT sepsis.

VITAL SIGNS:
 Vital signs every _____ Patient weight _____ kg

LABS:
 HPO Neurologic Other: _____

NURSING ORDERS:
 O₂ saturation completed SRNG I/O
 Insert T-2 peripheral IV's (as large as possible) Insert indwelling urinary catheter
 Pulse oximetry continuous (per protocol) Urinary drainage catheterization
 Oxygen sat _____ Access central line if available

Monitor blood glucose hourly and every _____ hourly MD for serum glucose > 150 or known diabetic
 Hypoglycemic treatment for d-sick or glucose < 50:
 Dextrose 10% in Water _____ kg X 2 mL/kg _____ mL IV push X 1 and repeat blood glucose in 30 min

IV FLUIDS: REMINDER: For patients meeting severe sepsis parameters place central line within 4 hours. Maintain CVP > 5 in patients with central line. Consider colloid/crystalloids 20 mL/kg bolus over 5 - 10 minutes.
 Lactated Ringers 20 mL/kg X _____ kg = _____ mL Infuse _____ mL over 30 minutes
 Sodium Chloride 0.9% 20 mL/kg X _____ kg = _____ mL Infuse _____ mL over 30 minutes

For PICU ONLY:
 Document Mean Arterial Pressures (MAP) every hour
 Continuous Central Venous Pressure (CVP) monitoring after central line placement: Document every hour
 Central venous O₂ (Venous Blood Gas) every _____ For patients with central line placement

LABORATORY:
 Lactate serum (analog for patients < 10 years and without a central line) ABG VBG for central line only
 Central line culture at ports CBC Chest X-ray
 Blood culture x 1 Urinalysis Abdominal X-Ray
 CDF culture, protein, cell count, glucose, gram stain/culture (consider Herpes PCR) Trich culture

Medications:
 Adjust medication frequency for patients with renal insufficiency
 Fentanyl not indicated
 Fentanyl _____ kg X 0.4 mcg/kg (up to 20 mcg) = _____ mg IV PB every _____ hours
 Fentanyl _____ kg X 1 mcg/kg (up to 20 mcg) = _____ mg PO every _____ hours
 Acetaminophen _____ kg X 15 mg/kg = _____ mg Q 4 hrs (po PR in neurologic pts)

MDL/PPN Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____
Nurse Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____

SCAN TO PHARMACY AND PLACE IN PATIENT CHART

STONY BROOK UNIVERSITY MEDICAL CENTER

PEDIATRIC ACUTE SEPSIS: PHYSICIAN'S ORDERS

The following are suggested antibiotic regimens for acute sepsis. For other sources or suspected sources not listed below or patients allergic to these medications, page Pediatric ID Department.

Recommended Antibiotic Regimen

PATIENTS < 1 MONTH OF AGE
 Uncler source: Ampicillin AND CeftAZime
 Meningitis: Ampicillin AND CeftAZime AND Vancomycin

PATIENTS > 1 MONTH OF AGE
 Sepsis w/ Meningitis: Vancomycin AND CeftAZime
 Acute respiratory failure: Vancomycin AND CeftAZime
 Abdominal focus: Piperacillin-azobactam
 Suspected toxic shock: ASD Vancomycin if centrally IV
 Acute osteomyelitis: Vancomycin AND CeftAZime AND CeftAZime

Acute respiratory failure in chronic ventilated patients: Piperacillin-azobactam AND Vancomycin

Antibacterial Regimen: Administer within 1 hour of presumptive diagnosis of sepsis. Blood cultures should be drawn prior to administration of first dose. NOTE: Complete Pediatric Antibiotic Form for subsequent doses. Consider Pediatric ID Consult.

CeftAZime _____ kg X 50 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 2 gms)
 Meningitic dose: CeftAZime _____ kg X 80 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 2 gms)
 Ampicillin _____ kg X 50 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 2 gms)
 Meningitic dose: Ampicillin _____ kg X 100 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 2 gms)
 CeftPIME _____ kg X 50 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 2 gms)
 Vancomycin _____ kg X 10 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 1 gm)
 Clindamycin _____ kg X 10 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 800 mg)

Note: For Ceftriaxone, IV is preferable to IM in most cases (Max. dose: 2 gms)
 Ceftriaxone _____ kg X 50 mg/kg/dose = _____ mg STAT X 1
 Ceftriaxone _____ kg X 100 mg/kg/dose = _____ mg STAT X 1

Dose based on the piperacillin component (Max. dose: 4 gms)
 Consider dose reduction for patients with renal insufficiency
 Piperacillin-azobactam _____ mg IV STAT X 1
 Acyclovir _____ kg X 10 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 1 gm) 12x qds
 Acyclovir _____ kg X 20 mg/kg/dose = _____ mg IV STAT X 1 (Max. dose: 1 gm) 12x qds

MDL/PPN Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____
Nurse Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____

PAGE 1 SIDE 2
 SCAN TO PHARMACY AND PLACE IN PATIENT CHART

STONY BROOK UNIVERSITY MEDICAL CENTER

PEDIATRIC ACUTE SEPSIS: PHYSICIAN'S ORDERS

ORDERS: Mark initial physician signature and DO. STAY ORDERS MUST BE COMPLETED TO ORDER

STERIODS: Consider for catecholamine refractory shock and patients on chronic steroid therapy
 Hydrocortisone _____ kg X 50 mg/m² = _____ mg IV push (over 1 min) Q 6 hours

VASOPRESSORS (PICU ONLY):
 Dobutamine (800 mg in 500 mL DSW) IV infusion. Start at _____ mcg/kg/min and titrate to keep MAP > _____ mmHg to a max rate of _____ mcg/kg/min
 DoBUtamine (500 mg in 250 mL DSW) IV infusion. Start at _____ mcg/kg/min and titrate to (parameters): _____ to a max rate of _____ mcg/kg/min
 Epinephrine (4 mg/250 mL DSW) IV infusion. Start at _____ mcg/kg/min and titrate to keep MAP > _____ mmHg to a max rate of _____ mcg/kg/min
 Norepinephrine (LEVOPIHED) (4 mg in 250 mL DSW) IV infusion. Start at _____ mcg/kg/min, titrate to keep MAP > _____ mmHg to a max rate of _____ mcg/kg/min

For PICU ONLY:
 Drotrecogin Alfa (XIGRIS) (24 micrograms/kg/hour) infusion X 96 hours (thrombolytic and XIGRIS package, which requires an attending's signature before dispensing)
 Drotrecogin Alfa not indicated, because patient is less than 18 years of age.

RESPIRATORY: Remainder: Maintain respiratory plateau pressure < 30 cmH₂O
 Reminder: All ventilator orders should be placed in Carenet/Powerchart

ADDITIONAL ORDERS:

MDL/PPN Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____
Nurse Signature: _____ ID# _____ Date: _____ Time: _____

SCAN TO PHARMACY AND PLACE IN PATIENT CHART

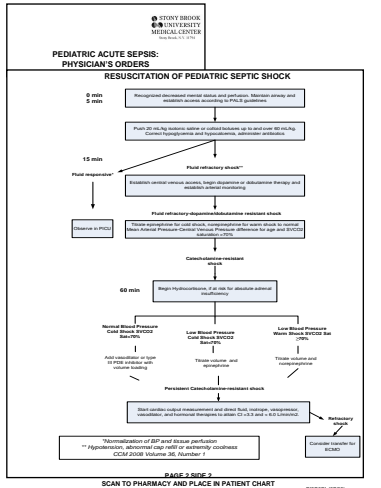


Figure 22 – Protocols Sepsis Orders Stony Brook

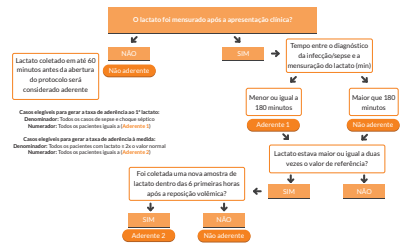
MATERNAL ASSESSMENT OF SEPSIS 12/02/13 v11



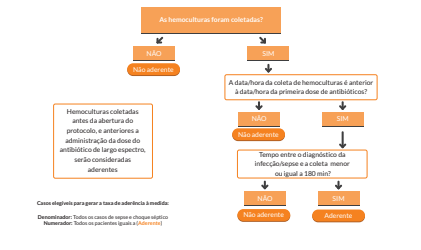
Complete Screening when entering the facility (thru ED, triage or admitted), once per shift and upon transitioning into different phases of birthing process (ante, intra postpartum), within 2 hours of DISCHARGE, and with any worsening in condition.		Date Time							
		Initials							
SECTION I & II: SUSPECTED OR CONFIRMED INFECTION AND GENERAL VARIABLES									
Is there suspected or confirmed infection? →		<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	
Possible sources of infection could include but NOT limited to: Chorioamnionitis, Endomyometritis/Endometritis, Peri-Incisional infections, Ruptured Membranes, Labor, Hemorrhage, Pneumonia, UTI/Pyelo, Acute abdomen, Empyema, Bloodstream /Catheter Infection, Meningitis, and Skin Infection.		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	
ANSWER ABOVE AND IMMEDIATELY CONTINUE TO GENERAL VARIABLES ↓									
General Variables: Two (2) or more positive general variables plus (+) infection = Sepsis			Check all that apply in the table below ↓						
1. Temperature	Greater than or equal to 38 C/100.4 F OR Less than or equal to 36 C/96.9 F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Fetal Heart Rate	Greater than 160 bpm (*baseline, gestational age greater than or equal to 20 weeks)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Maternal Heart Rate >110 *exclude during pushing	Greater than 110 bpm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Respiratory Rate	Greater than 24/min	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. WBC Count	Greater than 15,000 or less than 4,000 or greater than 10% Bands (without ↑ WBC)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Altered Mental Status – (confusion, agitation, combativeness)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Hyperglycemia – (Blood glucose greater than 140mg/dL in the absence of DM)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Section II: Are any two (2) of the above present? If YES to section I & II proceed to Section III. Contact provider & consider drawing lactic acid and creatinine. If "NO" to Sections I and II - STOP HERE! 🙅		<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	
		<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No		
SECTION III: SIGNS OF ACUTE END ORGAN DYSFUNCTION: SEPSIS + AT LEAST (1) ACUTE END ORGAN DYSFUNCTION = SEVERE SEPSIS									
Check all below that may apply (ACUTE CHANGE ONLY): Is at least ONE (1) of the following present?									
<input type="checkbox"/> Decreased Cap refill/mottling skin	<input type="checkbox"/> INR greater than 1.5 or PTT greater than 60 without medications	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> Yes	
<input type="checkbox"/> Lactic acid above normal values	<input type="checkbox"/> Systolic Blood Pressure decrease greater than 40 mmHg from baseline	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No	
<input type="checkbox"/> Bilirubin greater than 2mg/dL	<input type="checkbox"/> MAP less than or equal 65 mmHg	Initials	Initials	Initials	Initials	Initials	Initials	Initials	
<input type="checkbox"/> Urinary output less than 0.5ml/kg/hr for 2 hours or creatinine increase by greater than 0.5mg/dL or Serum creatinine greater than 1.5mg/dL	<input type="checkbox"/> Acute Lung Injury with PaO2/FiO2 ratio less than 250 (RT can calculate)								
<input type="checkbox"/> Increased O2 to maintain sats >92%	<input type="checkbox"/> Platelet count less than 100,000								
RESUSCITATION BUNDLE RECOMMENDATIONS/GUIDELINES (First 3 hours of treatment)									
<p>♦NOTIFY RAPID RESPONSE TEAM AND PHYSICIAN</p> <p>•Lactic Acid level within 3 hours of identification, •Blood Cultures drawn PRIOR to antibiotics</p> <p>• Start Antibiotics within 1 hour from floor (inpatient) or 3 hours from the time the patient presents to your facility (ED, OB)</p> <p>• Start Crystalloids 30ml/kg over 30 minutes for SBP less than 90/ MAP less than or equal to 65 or Lactate greater than or equal to 4</p> <p>**Transfer to higher level of care to continue resuscitation efforts and initiate hemodynamic monitoring</p>									
Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____	
Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____		Signature: _____ Initials: ____	

Figura 23 – Perinatal Assessment of Sepsis

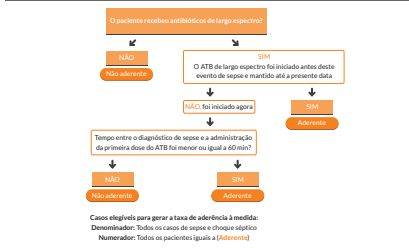
Aderência à mensuração de lactato



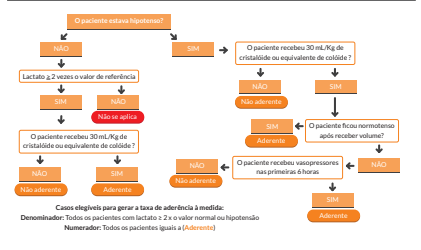
Aderência à coleta de hemoculturas



Aderência à administração de antibióticos



Aderência à administração de volume / vasopressor



Aderência à reavaliação do status volêmico e da perfusão

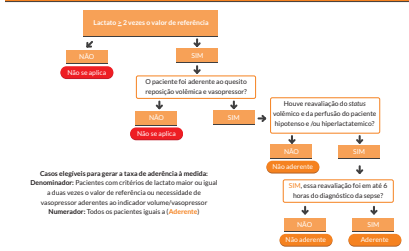


Figura 24 – Algoritmo sugerido pelo ILAS