

# A aplicabilidade da tecnologia de localização indoor em ambiente hospitalar na gestão do paciente cirúrgico eletivo

## *Indoor Location Technology for Managing Elective Surgery Patients in Hospitals*

IBTISAM HAMZEH MOHAMMAD HUSEIN SHALABI<sup>1</sup>; LAURA MARIA CÉSAR SCHIESARI<sup>1</sup>.

### R E S U M O

**Objetivo:** Com o aumento dos gastos em saúde, a gestão eficiente dos recursos em hospitais cirúrgicos se tornou fundamental, sobretudo no que diz respeito à gestão do fluxo do paciente para evitar atrasos. Portanto, ferramentas que consigam trazer visibilidade instantânea da localização do paciente em cada setor podem ser de grande valia nas escolhas sobre alocação de recursos. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade da tecnologia de localização indoor em ambiente hospitalar. **Métodos:** Estudo prospectivo, realizado de fevereiro a março de 2024, em hospital cirúrgico privado, com estrutura terciária, especializado em atendimento de pacientes idosos. Os registros do trajeto de cada paciente eletivo foram mapeados desde sua chegada até o momento de sua alta, assim como as atividades dos profissionais envolvidos, através de dispositivo de localização indoor Bluetooth. **Resultados:** Foram analisados 320 pacientes, com tempo médio de permanência na recepção de 25 minutos e o tempo na unidade de preparo pré-operatório de 107 minutos. Cirurgia de urologia, mastologia e oncológica representaram 50% da casuística. A mediana do tempo de transporte destes pacientes foi de 19 minutos. A recepção (75,6%) e a admissão de enfermagem (72,5%) foram os setores de maior percentual de execução correta. A taxa de atraso foi de 89,9% no primeiro horário, e nos horários subsequentes o atraso foi significativamente menor (70,1%) em relação ao horário programado em mapa. **Conclusão:** A tecnologia de localização indoor tem aplicabilidade quando utilizada no ambiente intra-hospitalar na gestão dos pacientes cirúrgicos, facilitando a identificação de gargalos e suas causas.

**Palavras-chave:** Gestão em Saúde. Centro Cirúrgico Hospitalar. Tecnologia.

### INTRODUÇÃO

O centro cirúrgico (CC) é um dos setores de maior complexidade hospitalar, fica amplamente exposto a possíveis intercorrências tem baixa tolerância aos erros e é responsável por grande parte dos custos e receitas dos hospitais. Estas situações criam um cenário ávido por soluções de monitoramento e de constante busca por eficiência. Um dos grandes desafios, é a definição de quais indicadores de eficiência são os mais importantes<sup>1-3</sup>.

Diversos autores descrevem que na busca pela eficiência ideal no domínio do CC, uma estratégia fundamental que capacita o gestor para um melhor planejamento, organização e coordenação desta esfera é a adoção de Indicadores de Qualidade (IQ) como ferramenta de avaliação e controle nas atividades realizadas. Os indicadores da qualidade não devem ser considerados

medida direta da qualidade, uma vez que trazem à luz diferentes fatores que orientam os cuidados em saúde num processo contínuo de melhoria da qualidade. Nesse contexto, indicadores de produtividade são empregados com maior frequência. Dentre as categorias específicas importantes na avaliação custo-efetividade estão o número de cirurgias realizadas, taxa e motivos dos cancelamentos das cirurgias, taxa de cumprimento da agenda cirúrgica, porte das cirurgias realizadas (por tempo de duração), tempo médio de turnover das salas cirúrgicas, taxa de ocupação do CC, média de cirurgias por sala cirúrgica, tempo médio de atraso no início das cirurgias e outras relações específicas de cada hospital<sup>2-6</sup>.

Entender os tempos gastos em cada etapa da jornada de um paciente cirúrgico eletivo dentro da unidade hospitalar pode ajudar na compreensão dos gargalos, tanto humanos quanto de estrutura física, ou

1 - Fundação Getúlio Vargas, Gestão em Saúde - São Paulo - SP - Brasil

pelo contrário, pode permitir visibilizar uma ociosidade não percebida na gestão de um hospital cirúrgico. Estudo americano, realizado com 202 hospitais objetivando entender o consumo de recursos de pacientes submetidos a cirurgias abdominais eletivas, através de centros de custo hospitalar, encontrou que a ocupação de leitos foi responsável por cerca de 50% de todos os custos e está altamente relacionada com o tempo de permanência<sup>7</sup>.

Atualmente, algumas instituições, hospitais e centros de saúde têm desenvolvido e aplicado sistemas tecnológicos de melhoria de processos e gestão de leitos, que permitem uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis<sup>4-6</sup>. Um exemplo disso é o LBS (Location Based Service ou Serviço Baseado na Localização), que foi impulsionado pela popularidade dos smartphones, que quase sempre as pessoas têm com elas, abrindo muitas oportunidades para utilização desta ferramenta em outras áreas como a medicina. Ter este acompanhamento via LBS pode melhorar a interconexão dentro dos hospitais, gerenciar pessoal e equipamentos, analisar e otimizar fluxos de trabalho, monitorar a localização de pacientes em salas de emergência e outras áreas de superlotação<sup>6-8</sup>. Por estas razões, este estudo teve por objetivo avaliar a aplicabilidade da tecnologia de localização indoor em ambiente hospitalar na gestão da jornada do paciente cirúrgico eletivo.

## MÉTODOS

### Local e desenho do estudo

Trata-se de estudo prospectivo, quantitativo de natureza aplicada sobre a implementação da tecnologia indoor em ambiente hospitalar. Realizado no período de fevereiro a março de 2024, em um hospital privado, com estrutura terciária, na cidade de São Paulo.

O hospital é de caráter preferencialmente cirúrgico, de uma operadora verticalizada, de atendimento exclusivamente ao público adulto, atendendo cirurgias de todos os portes anestésicos em caráter eletivo, de urgência e emergência. Sua estrutura é composta por centro cirúrgico com 9 salas, 12 unidades de permanência do tipo hospital dia, 95 leitos de internação e 18 leitos de UTI. O estudo foi aprovado pelo comitê de Ética e pesquisa (nº6.621.500).

### Sistema de localização indoor

O sistema de localização indoor foi aplicado a cada paciente eletivo no momento de sua chegada a recepção do hospital e início dos trâmites de preenchimento dos termos de internação. Nesse estudo foi utilizada a combinação de Wi-Fi e Bluetooth Low Energy (BLE), com a seguinte infraestrutura de hardware e software (Figura 1):



**Figura 1A.** Ilustração do Beacon, dispositivos BLE. **1B.** Ilustração do aplicativo utilizado para associação dos beacons aos pacientes e registro de cada etapa da jornada cirúrgica. **1C.** Ilustração do passo-a-passo do sistema de localização Indoor.

- 1) Access Points, compõem a infraestrutura de Wi-Fi, distribuindo o sinal pelos ambientes hospitalares.
- 2) Gateways, dispositivos conectados que captam os sinais dos Beacons (BLE).
- 3) Beacons, dispositivos BLE, adaptados em formato de relógio e fixados ao punho dos

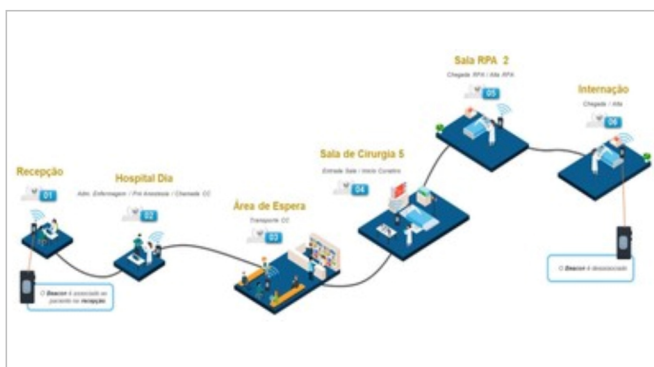
pacientes com cópia da pulseira de identificação hospitalar, como ilustrado na figura 1A.

4) New Check, aplicativo utilizado para associação dos beacons aos pacientes, além do registro de cada etapa da jornada cirúrgica.

5) Servidor MQTT, protocolo de mensagens que é especialmente projetado para dispositivos de Internet das Coisas (IoT).

6) Servidor MS-SQL Server, Banco de dados relacional hospedado na Microsoft Azure.

Para avaliação e implementação da infraestrutura necessária, foi mapeado o trajeto do paciente durante a jornada cirúrgica, desde a entrada, na recepção, até a saída da instituição (Figura 2). O detalhamento do rastreamento dos pacientes nas áreas físicas do hospital determinou a quantidade e distribuição dos gateways, nas seguintes áreas hospitalares:



**Figura 2.** Esquema de detalhamento do rastreamento dos pacientes nas áreas físicas do hospital.

- 1) Recepção;
- 2) Área de preparo pré-cirurgia (Hospital Dia ou Internação de longa permanência);
- 3) Área do centro cirúrgico de preparo do paciente antes da entrada em sala cirúrgica (comumente chamada de RPA pré-operatória);
- 4) Salas cirúrgicas;
- 5) Recuperação pós anestesia (RPA pós-anestésica);
- 6) Internação (Hospital Dia ou leito de longa permanência).

Em seguida, a cobertura da infraestrutura de Wi-Fi do hospital foi avaliada e validada em todo trajeto.

Foram instalados gateways conectados ao Wi-Fi, onde o posicionamento foi utilizado para captar e identificar os beacons, determinando o trajeto dos pacientes.

A cada intervalo de 20 segundos, o gateway captou o sinal de cada beacon detectado, medindo a intensidade do sinal recebido (RSSI). Após a captura, os dados de RSSI foram temporariamente armazenados na memória do dispositivo. Imediatamente após cada ciclo de escaneamento, esses dados foram compilados e enviados para o banco de dados através do Wi-Fi. Este processo garantiu a atualização contínua do banco de dados com informações precisas sobre tempo e localização durante a movimentação dos beacons (pacientes).

O registro no aplicativo permite o detalhamento da atividade realizada em um espaço físico, permitindo entender quando o paciente está em um determinado setor, se a atividade principal a ser executada in loco já foi realizada ou ainda encontra-se pendente.

O trajeto dos pacientes é visível aos setores de interesse por meio de um painel online, permitindo que toda equipe assistencial envolvida o acompanhe (Figura 3).



**Figura 3A.** Localização em tempo real dos pacientes acompanhada em painel online, com detalhamento. 3B. Detalhamento do card informativo do paciente em acompanhamento em tempo real.

## Critérios de elegibilidade

### Critérios de inclusão

Foram incluídos todos os pacientes agendados de forma eletiva no mapa cirúrgico que tiveram a validação dos trajetos detectados pela tecnologia de localização e dos dados incluídos no aplicativo associado à tecnologia estudada. Como critério para considerar adequados os registros no aplicativo, o estudo validou a posição do beacon associado ao paciente no momento da execução do registro.

Foram considerados para o estudo todos os casos em que a trajetória dos beacons foi confirmada desde sua colocação no início da jornada cirúrgica eletiva até a saída do leito, compreendido no período da pesquisa.

### Critérios de exclusão

Foram excluídos todos os casos de pacientes não eletivos (urgências e emergências). Pacientes que tiveram nova abordagem cirúrgica, por comprometer a avaliação de fluxo nos setores descritos. Casos em que houve perda do sinal, por retirada do beacon, ou por falha de captação de sinal.

### Coleta de dados

Foram medidos e analisados os tempos de permanência dos pacientes em cada um dos setores que compõem seu deslocamento durante a trajetória hospitalar desde sua chegada até a saída do leito. As atividades registradas no aplicativo móvel foram analisadas quanto a sua execução em local correto, para subsequente utilização dos dados gerados, pelo aplicativo (New Check).

Foram estudados os dados demográficos dos casos, as especialidades cirúrgicas encontradas, os principais procedimentos dentro das especialidades, os tempos de permanência no setor de recepção e no setor de preparo pré-operatório, de forma global, em todas as especialidades encontradas.

Os tempos de ocupação de salas e de permanência pós-operatória no hospital após saída da recuperação pós-anestésica foram analisados para as

especialidades de forma global e através de subgrupos de procedimentos destas especialidades, devido à grande diferença de comportamento dos procedimentos mesmo dentro das especialidades cirúrgicas.

Foram caracterizados subgrupos nas especialidades onde houve a possibilidade de agrupamentos de mais do que dois casos, de acordo com estes procedimentos, para que as análises façam mais sentido dentro da complexidade em uma mesma especialidade, como urologia e cirurgia oncológica, por exemplo.

Seguindo com as análises da jornada cirúrgica, os procedimentos foram divididos em cirurgias de primeiro horário e cirurgias da sequência, onde buscou-se estudar os índices de atraso no primeiro horário e correlações com os tempos de chegada em setor de RPA pré-procedimento com mais do que 10 minutos de antecedência do horário previsto em mapa.

### Análise estatística

Os dados descritivos foram apresentados por frequência absoluta (n) e relativa (%) para as variáveis categóricas, e por mediana e intervalo interquartil (IIQ) para as variáveis contínuas. Foram realizados os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e Komogorov-Smirnov e os dados apresentaram distribuição não normal, portanto foram realizados testes não paramétricos para as análises. O teste de Qui-quadrado foi utilizado para comparar a frequência entre variáveis. As análises foram realizadas no software SPSS versão 21 considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Casuística

No período entre 05 de fevereiro de 2024 a 05 de março de 2024 foram agendados 630 pacientes para cirurgias eletivas. Destes, 320 pacientes foram selecionados para compor a amostra final, uma vez que seus trajetos foram considerados completos, sendo então validados. Como característica geral dos pacientes, a idade média foi de 69 anos (IIQ 21-97), sendo 60,4% do sexo feminino e 39,3% do sexo masculino.

## Dados do sistema indoor

A mediana dos tempos de permanência dos pacientes na etapa recepção foi de 25 minutos (IIQ 14-38) e o tempo na unidade de preparo pré-operatório foi de 107 minutos (IIQ 71-157).

Dos 320 pacientes, 116 destes tiveram a execução chamada de Centro Cirúrgico no aplicativo concluído de forma correta (a ferramenta deve se portar como instrumento de comunicação ágil e efetivo, ativando a equipe de transporte imediatamente ao preenchimento do aplicativo). A mediana do tempo de transporte destes pacientes, adequadamente sinalizados pelo instrumento analisado (aplicativo New Check), desde o setor de preparo pré-operatório até o centro cirúrgico, foi de 19 minutos (IIQ 11-31) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Tempos hospitalares pré-cirúrgicos.

Tempos pré-cirúrgicos geral	n	Mediana	IIQ
Recepção	297*	25 min	14-38
Preparo pré-cirúrgico	320	107 min	71-157
Transporte chamada	116	19 min	11-31

IIQ=Intervalo interquartil. \*O n de pacientes registrados na recepção foi menor pois 23 destes tiveram a ativação de seus beacons na unidade de preparo pré-operatório, com toda a trajetória subsequente completa e foram incluídos no estudo.

A análise da correta documentação das etapas no aplicativo pelos colaboradores de cada setor, referentes às atividades executadas, apresentou variação a depender do setor executante. A recepção (75,6%) e a admissão de enfermagem (72,5%) foram os setores de maior percentual de execução correta, sendo os demais percentuais de conformidade de execução apresentados na Figura 4.

A análise das especialidades apontou que a maioria dos casos incluídos era da Urologia, Mastologia e Cirurgia Oncológica, representando, somados, mais de 50% de todos os casos apontados. As demais especialidades estão representadas na Figura 5.

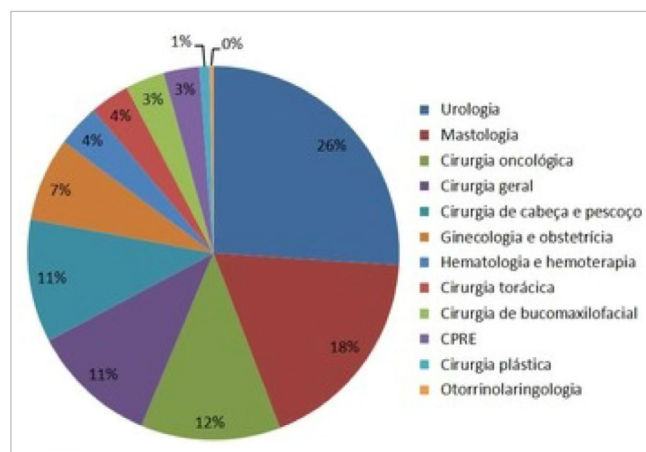
Os tempos de ocupação de sala representam a presença física do paciente no ambiente em questão e estão apresentadas através do tempo geral da especialidade e de seus procedimentos cirúrgicos com maior volumetria, com

quantificação em minutos. Na especialidade de Urologia, os casos de maior volumetria se referem a próstata-vesiculectomias radicais videolaparoscópicas (n=20) com mediana de tempo de sala de 201 minutos, e ressecção endoscópica de tumores vesicais (n=15), com mediana de 83 minutos. Na Mastologia, os destaques são os casos de quadrantectomias, com ou sem linfadenectomia (n=35), com mediana de ocupação de sala cirúrgica de 123 minutos. Os detalhes das demais especialidades estão descritos na Tabela 2.

Dos 320 casos analisados, 109 são casos agendados como primeiro horário do dia, sendo os demais 211 casos em horários subsequentes (não-primeiro horário) (Tabela 3).



**Figura 4.** Percentual de utilização do aplicativo no momento concomitante ao atendimento do paciente de acordo com a localização indoor.



**Figura 5.** Descrição das especialidades médicas analisadas. CPRE=co-langiopancreatografia endoscópica retrógrada.

**Tabela 2** - Descrição das especialidades e seus procedimentos cirúrgicos.

Especialidades e procedimentos cirúrgicos	n	Tempo de sala cirúrgica (minutos)	
		Mediana	IIQ
Urologia	83	138	87-199
Prostatovesiculectomias radicais videolaparoscópicas	20	201	190-239
Tumores vesicais- ressecção endoscópica	15	83	64-91
Eletrovaporização de próstata	9	132	106-179
Nefrolitotripsias percutâneas	9	188	169-210
Nefrectomias	6	227	188-255
Ureterorrenolitotripsia flexível unilateral	6	97	74-135
Cistoscopia e/ou uretroscopia	5	50	44-97
Ressecções endoscópicas da próstata	4	107	73-266
Cistectomias radicais	2	291	250-291
Outros	7	88	77-146
Mastologia	58	125	99-156
Quadrantectomias com ou sem linfadenectomia	35	123	97-139
Mastectomias radicais	8	138	116-197
Mastectomias ou quadrantectomias com reconstrução imediata	7	192	131-276
Exérese de lesões da mama	5	108	74-154
Outros	3	115	77-115
Cirurgia oncológica	39	160	120-263
Colectomias e retossigmoidectomias	12	173	132-258
Cirurgias oncoginecológicas	10	135	115-161
Cirurgias hepato-pancreáticas	9	297	154-486
Gastrectomias	4	164	124-257
Outros	4	91	67-173
Cirurgia geral	35	96	82-117
Herniorrafias	18	97	79-127
Colecistectomias videolaparoscópicas	8	91	83-99
Cirurgias orificiais	4	66	49-78
Refluxo gastresofágico tratamento cirúrgico	2	170	148-170
Outros	3	106	74-106
Cirurgia de cabeça e pescoço	34	129	97-157
Tireoidectomias/paratireoidectomias	17	125	113-148
Esvaziamentos cervicais	3	242	106-242
Parotidectomia parcial com conservação do nervo facial	3	153	150-153
Outros	11	87	66-135
Ginecologia e obstetrícia (endometriose)	23	118	77-197
Hematologia (biópsias de medula óssea)	12	37	30-41
Cirurgia torácica	11	268	157-305
Cirurgia de bucomaxilofacial	11	135	107-191
Artroplastias de mandíbula	4	109	77-179
Hemimandibulectomias ou ressecções segmentares	2	120	106-120
Osteoplastias de mandíbula	2	114	107-114
Outros	3	195	146-195
CPRE	10	82	71-90
Cirurgia plástica	3	186	160-186
Otorrinolaringologia	1	235	

**Tabela 3** - Descrição dos dados sobre atrasos do total dos casos avaliados.

Entrada sala CC geral (n=320)	Geral	1º horário	Demais horários
N	320	109	211
Atraso	246 (76,9%)	98 (89,9%)*	148 (70,1%)
Pontual	74 (23,1%)	11 (10,1%)	63 (29,9%)

\* $p<0,001$ 

Considerando-se o tempo de tolerância de até 15 minutos para entrada do paciente em sala cirúrgica de acordo com o a agendamento em mapa, observou-se que a taxa de atraso foi de 89,9% no primeiro horário. O tempo médio de atraso foi de 39 min. Para fins comparativos, a análise dos casos subsequentes demonstrou uma taxa menor de 70,1% de atraso ( $p<0,001$ ) em relação ao horário programado em mapa.

Dentre os pacientes de primeiro horário, 57,8% (63 pacientes) estavam em RPA pré-operatória com mais de 10 minutos de antecedência e 42,2% (46 pacientes) com até 10 minutos de antecedência,

apresentando maior pontualidade no grupo presente com maior antecedência em RPA ( $p<0,001$ ).

Os tempos de permanência hospitalar pós-cirúrgicos estão apresentados por especialidade e subgrupos de intervenção cirúrgica dentro das especialidades, na Tabela 4.

A quantificação do tempo de permanência aqui estudado em horas após a saída da recuperação pós-anestésica. Através dos dados, podemos observar que as cirurgias de cistectomias radicais (mediana=166h) representaram os maiores tempos de permanência pós-operatória, seguida pelas cirurgias de colectomias e retossigmoidectomias (mediana=81,9h).

**Tabela 4** - Tempos de permanência hospitalar pós-cirúrgicos apresentados por especialidade e por tipos de intervenção cirúrgica dentro das especialidades.

Especialidades e tipos de intervenção cirúrgica	n	Tempo permanência pós-operatória (horas)	
		Mediana	IQQ
Urologia	83	17,4	7,6-24,2
Prostatovesiculectomias radicais videolaparoscópicas	20	24,4	21,0-28,7
Tumores vesicais- ressecção endoscópica	15	13,8	7,2-20,3
Eletrovaporização de próstata	9	9,7	5,9-22,4
Nefrolitotripsias percutâneas	9	21,9	15,1-23,4
Nefrectomias	6	19,9	17,0-22,1
Ureterorenolitotripsia flexível unilateral	6	6,2	3,1-11,8
Cistoscopia e/ou uretroscopia	5	4,7	4,1-9,0
Ressecções endoscópicas da próstata	4	24,3	10,4-54,1
Cistectomias radicais	2	166,8	139,8-166,8
Outros	7	7,6	3,4-12,0
Mastologia	58	15,0	8,2 -18,9
Quadrantectomias com ou sem linfadenectomia	35	12,2	7,0-17,6
Mastectomias radicais	8	16,1	11,1-19,0
Mastectomias ou quadrantectomias com reconstrução imediata	7	19,0	15,8-22,0
Exereses de lesões da mama	5	12,0	9,0-16,6
Outros	3	16,2	4,9-16,2
Cirurgia oncológica	39	60,9	20,4-96,3
Colectomias e retossigmoidectomias	12	81,9	63,3-103,1
Cirurgias oncoginecológicas	10	21,9	19,9-24,6
Cirurgias hepato-pancreáticas	9	68,2	32,2-129,2
Gastrectomias	4	118	39-162



Especialidades e tipos de intervenção cirúrgica	n	Tempo permanência pós-operatória (horas)	
		Mediana	IQQ
Outros	4	13,9	4,0-107,1
Cirurgia geral	35	8,4	5,7-15,2
Herniorrafias	18	7,1	5,0-13,0
Colecistectomias videolaparoscópicas	8	8,0	7,0-11,0
Cirurgias orificiais	4	9,5	6,9-10,6
Refluxo gastresofágico tratamento cirúrgico	2	14,7	13,0-14,7
Outros	3	38,2	12,5-38,2
Cirurgia de cabeça e pescoço	34	17,5	12,2-21,2
Tireoidectomias/paratireoidectomias	17	19,0	15,0-21,3
Esvaziamentos cervicais	3	39,4	17,4-39,4
Parotidectomia parcial com conservação do nervo facial	3	16,5	12,9-16,5
Outros	11	9,3	5,6-20,2
Ginecologia e obstetrícia (endometriose)	23	18,8	7,5-26,5
Hematologia (biópsias de medula óssea)	12	5,3	2,2-11,0
Cirurgia torácica	11	69,5	22,0-75,4
Cirurgia de bucomaxilofacial	11	12,8	7,4-18,2
Artroplastias de mandíbula	4	8,0	4,9-11,7
Hemimandibulectomias ou ressecções segmentares	2	10,9	3,7-10,9
Osteoplastias de mandíbula	2	22,1	7,4-22,1
Outros	3	16,4	13,4-16,4
CPRE	10	9,3	5,2-17,8
Cirurgia plástica	3	14,9	11,2-14,9
Otorrinolaringologia	1	47,3	47,3

## DISCUSSÃO

Ao observarmos o potencial da aplicabilidade da tecnologia de localização indoor associada à utilização de software de execução de etapas durante a trajetória do paciente, percebemos de imediato que há duas ferramentas à disposição do gestor, sendo uma de comunicação global para atividades corretivas ou preventivas imediatas, através do painel on-line, e outra, através dos dados globais posteriores para análise e gerenciamento da unidade hospitalar e seus setores específicos.

Informações assertivas e rapidamente alcançáveis são de grande valor para a tomada de decisão. Quando passamos a buscar o dado diretamente do paciente em deslocamento através dos beacons, e não mais através de fontes secundárias fomentadas por terceiros, retira-se o viés de percepção do profissional sobre quando iniciar ou terminar o registro sobre determinada atividade que forneceria uma informação temporal à gestão sobre tempos de permanência em

setores do hospital, a informação passa a ser automática e inquestionável fomentada pela presença do paciente no ambiente estudado.

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos relacionados à automação e uso de aplicativos com inteligência artificial, aliados ao uso de modelos matemáticos em pesquisas aplicadas buscando aumento da eficiência operacional, têm conduzido a maior conhecimento e entendimento da gestão de processos, aprimorando assim a tomada de decisão baseada em evidências<sup>9-12</sup>.

Neste sentido, a fusão de tecnologias baseadas na Internet, como terminais inteligentes, computação em nuvem, WI-FI, Internet 5G e aplicativos interativos abriu caminho para soluções inovadoras. Através da exploração e aplicação destas tecnologias, os processos dos serviços de saúde poderão ser otimizados, a qualidade da prestação do serviço poderá ser monitorada de forma inteligente e os cuidados de saúde poderão assim se tornar mais efetivos, ao mesmo tempo em que alguns de seus aspectos



serão mais bem conhecidos, permitindo introdução de mudanças mais adequadas. O monitoramento de dados via plataformas de inovação digital tem trazido bons resultados para acompanhar o posicionamento de pessoas e equipamentos nas instalações de saúde<sup>13</sup>. Tais estudos reforçam os achados desta pesquisa, em que o modelo de rastreamento demonstrou boa efetividade na localização temporal dos pacientes nos setores hospitalares. Ou seja, a partir do momento em que podemos usar algoritmos que tragam o tempo de sala necessário para cada procedimento baseado em informações alimentadas de forma precisa, juntamente com o conhecimento de tempos de transporte, tempos de turnover de salas e tempos de permanência hospitalar pós-procedimento, poderemos ajustar os formatos de confecção de mapas, intercalando combinações que apresentem a utilização ideal dos recursos disponíveis para os períodos de tempo de atividade planejados. Torna-se possível determinar com maior precisão o horário de funcionamento ideal, readequar o dimensionamento de funcionários necessários em cada período, identificar e escolher a melhor combinação de procedimentos para promover a melhor utilização da capacidade instalada. Com isso, será possível eliminar os gargalos que inviabilizam o cumprimento do planejamento cirúrgico, ou ainda reduzir a ociosidade das salas e da unidade, favorecendo assim a admissão de pacientes novos, otimizando, assim o uso dos recursos hospitalares.

Por se tratar de um hospital de operadora verticalizada, a organização de processos específicos e grupos constantes de profissionais médicos, propicia o estudo e delineamento de padrões de consumo de recursos hospitalares. A utilização da ferramenta de localização indoor participa no refinamento deste conhecimento, trazendo com a ampliação do tempo e da casuística, robustez na determinação dos tempos de utilização de salas cirúrgicas em minutos de acordo com cada procedimento e o tempo de permanência hospitalar em horas para estes pacientes. Esse refinamento permitirá maior eficiência na utilização dos recursos, com planejamento mais preciso da entrada dos pacientes eletivos em fluxos mais enxutos, maior precisão do horário de chegada, de execução do procedimento e ocupação do leito hospitalar.

Halim et al.<sup>12</sup>, descrevem, por meio de revisão da literatura, a importância da melhoria da pontualidade

do início das cirurgias programadas, relatando que em estudo sobre centros cirúrgicos do Reino Unido a utilização adequada da sala cirúrgica foi de 73% do tempo planejado, com perda diária média de duas horas, as quais seriam equivalentes a 280.000 cirurgias eletivas em um ano. Demonstrando, com dados palpáveis, o impacto sobre os atendimentos e perda financeira dos hospitais. De qualquer maneira, a consideração sobre essa eficiência não pode ser minimizada, e a busca de estratégias tem sido proposta pela literatura também em razão dos custos crescentes e lucros decrescentes associados a essas unidades cirúrgicas<sup>12</sup>.

Da mesma forma, outros autores descrevem como iniciar os procedimentos do dia com pontualidade, o que é um dos alvos buscados na gestão eficiente de centros cirúrgicos. De acordo com Lee et al.<sup>3</sup>, existe um atraso médio de 30 minutos em 50-80% dos primeiros casos em hospitais terciários.

A execução do primeiro procedimento cirúrgico agendado com pontualidade é um dos principais indicadores de eficiência de centros cirúrgicos descritos na literatura.

Em nossa pesquisa, foi definido como pontualidade os procedimentos de primeiro horário iniciados com até 15 minutos do horário programado e sem outros tempos de tolerância para os horários programados nos demais horários. Para nossa amostra esta tolerância foi considerada suficiente para capturar dados significativos, o tempo médio de atraso foi de 39min.

Neste sentido, o aprendizado evolutivo com a visibilidade dos processos dentro de cada unidade hospitalar faz com que se ajustem os indicadores de performance de forma constante e contínua. Esta tecnologia de localização indoor através de BLE é uma possibilidade viável e menos onerosa do que a tecnologia por RFID, devido à ubiquidade de dispositivos com captação de bluetooth presentes em ampla escala dentro dos ambientes hospitalares<sup>13</sup>.

Além disso, sua instalação e utilização requer treinamento em menor escala dos colaboradores do hospital e a informação é automatizada. Muitas situações hospitalares podem ser adequadas de acordo com os achados de um hospital. Por exemplo, sobre o tempo de chegada de pacientes eletivos ao hospital, entendendo o intervalo ideal para que não se promovam atrasos, mas ao

mesmo tempo não se sobrecarregue o setor de admissão.

Estas informações são valiosas para hospitais terciários que dividem seus leitos com setores de urgência e emergência e trabalham com setor de gestão de leitos centralizado. Com o uso desta tecnologia é possível coletar informações que podem auxiliar a gestão de leitos, por exemplo, na tomada de decisão baseada em dados para priorização dos leitos em horas, atendendo os casos de urgência sem prejudicar o fluxo de cirurgias eletivas, focando no equilíbrio da eficiência de atendimento e utilização racional dos recursos, com baixa ociosidade. Neste sentido, o esforço para evitar a subutilização ou super utilização do bloco cirúrgico por meio do planejamento de sua otimização deve ser observado e perseguido sempre que possível<sup>5,13,14</sup>.

Como limitações do estudo, podemos relatar a dependência da alocação da informação pelos seus executores no momento correto, para coleta de informação fidedigna. Outro ponto de atenção, é a grande quantidade de participantes nas diversas etapas que se deseja monitorar, tornando o processo de treinamento mais moroso, com necessidade de manutenção constante para que a informação seja padronizada. Exemplificado em nosso estudo, onde setores com equipes menores e mais fechadas (recepção e setor de preparo pré-operatório), as execuções das atividades no aplicativo apresentaram maiores taxas de conformidade 75,6% e 72,5%, respectivamente) o que não aconteceu nas etapas subsequentes dos demais setores.

Outro limitador deste estudo foi o fato de que

as cirurgias de urgência e emergência não fizeram parte do rastreamento indoor, o que fez com que os dados de ocupação de sala não pudessem ser utilizados para análise (tampouco o turnover de salas), tendo em vista que durante o dia, o giro dos pacientes eletivos e de urgência na mesma sala acontece com frequência. Esta tecnologia, direcionada aqui para a gestão do centro cirúrgico, estava em evolução, e está em progressão para mapeamento concomitante dos pacientes não eletivos.

Em suma, por se tratar de implantação de uma nova tecnologia dentro de um ambiente hospitalar, há a necessidade de aprofundamento nas estratégias de treinamento e avaliação das execuções destas etapas em tempo real<sup>16</sup>. Todavia, mesmo com a necessidade de maior treinamento, a coleta de informações dos tempos em cada execução fornece dados importantes na equalização dos SLAs (Service Level Agreements) dentro das equipes do hospital. A junção das informações com treinamento adequado pode tornar o processo cirúrgico mais robusto, eficiente e equilibrado financeiramente, favorecendo a manutenção do serviço de saúde de qualidade.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que a tecnologia de localização indoor apresenta aplicabilidade na gestão do paciente cirúrgico no ambiente hospitalar e traz dados úteis para embasar a tomada de decisão, facilitando a identificação de gargalos, suas causas e possibilitando ações para melhoria dos processos.

## ABSTRACT

**Introduction:** With the increase in healthcare spending, efficient resource management in surgical hospitals has become essential, especially with regard to managing patient flow to avoid delays. Therefore, tools that can provide instant visibility of the patients location in each sector can be of great value in choices about resource allocation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the applicability of indoor location technology in a hospital environment. **Methods:** Prospective study, carried out from February to March 2024, in a private surgical hospital, with tertiary structure, specialized in the care of elderly patients. The records of the path of each elective patient were mapped from their arrival to the moment of their discharge, as well as the activities of the professionals involved, through an indoor Bluetooth location device. **Results:** 320 patients were analyzed, with an average stay time in the reception of 25 minutes and the time in the preoperative preparation unit of 107 minutes. Urology, mastology, and oncology surgeries represented 50% of the case series. The median transport time for these patients was 19 minutes. Reception (75.6%) and nursing admission (72.5%) were the sectors with the highest percentage of correct execution. The delay rate was 89.9% in the first time slot, and in subsequent times the delay was significantly lower (70.1%) compared to the time scheduled on the map. **Conclusion:** Indoor location technology has applicability when used in the intra-hospital environment in the management of surgical patients, facilitating the identification of bottlenecks and their causes

**Keywords:** Health Management. Surgery Department, Hospital. Technology.

## REFERÊNCIAS

1. Souza C (2022). Políticas públicas: conceitos, tipologias e sub-áreas.
2. Contreras Pinochet LH, Lopes A de S, Silva JS. Inovações e Tendências Aplicadas nas Tecnologias de Informação e Comunicação na Gestão da Saúde. *Rev. Gest. Sist. Saúde*. 2025;3(2):11-29. doi: 10.5585/rgss.v3i2.88.
3. Lee DJ, Ding J, Guzzo TJ. *Curr Urol Rep*. 2019;20(6):28. doi: 10.1007/s11934-019-0895-3.
4. Lanza-León P, Sanchez-Ruiz L, Cantarero-Prieto D. Kanban system applications in healthcare services: A literature review. *Int J Health Plann Manage*. 2021;36(6):2062-78. doi: 10.1002/hpm.3276.
5. Luschi A, et al. Designing and developing a mobile application for real-time positioning and navigation in healthcare facilities. *Technol Health Care*. 2022;30(6):1371-95. doi: 10.3233/THC-220146.
6. Raper J, et al. Applications of location-based services: A selected review. *J Locat Based Serv*. 2007;1(2):89-111. doi: 10.1080/17489720701862184.
7. Ragsdale, Cliff T. Modelagem e análise de decisão. São Paulo: Cengage Learning (2009).
8. Van Houdenhoven M, van Oostrum JM, Wullink G, Hans E, et al. Fewer intensive care unit refusals and a higher capacity utilization by using a cyclic surgical case schedule. *J Crit Care*. 2008;23(2):222-6. doi: 10.1016/j.jcrc.2007.07.002.
9. Vansteenkiste N, et al. Reallocation of operating room capacity using the due-time model. *Med Care*. 2012;50(9):779-84. doi: 10.1097/MLR.0b013e3182549eb9.
10. Baumgart A, Denz C, Bender HJ, Schleppers A. How work context affects operating room processes: using data mining and computer simulation to analyze facility and process design. *Qual Manag Health Care*. 2009 Oct-Dec;18(4):305-14. doi: 10.1097/QMH.0b013e3181bee2c6.
11. Grote R, et al. Operation room management: from degree of utilization to distribution of capacities: Cost reduction without decreasing productivity in the operation room using a new index. *Anaesthesist*. 2008;57(9):882-92. doi: 10.1007/s00101-008-1418-7.
12. Halim UA, Khan MA, Ali AM. Strategies to improve start time in the operating theatre: a systematic review. *J Med Syst*. 2018;42(9):160. doi: 10.1007/s10916-018-1015-5.
13. Heng L, et al. Real-time locating systems applications in construction. *Autom Constr*. 2016;63: 37-47. doi: 10.1016/j.autcon.2015.12.001.
14. Damschroder L, et al. The updated Consolidated Framework for Implementation Research based on user feedback. *Implement Sci*. 2022;17(1):75. doi: 10.1186/s13012-022-01245-0.

### Disponibilidade de Dados:

Os dados relacionados a este artigo estarão disponíveis mediante solicitação ao autor correspondente.

Recebido em: 25/08/2024

Aceito para publicação em: 09/07/2025

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

### Editor

Daniel Cacione

### Endereço para correspondência:

Ibtisam Hamzeh Mohammad Husein Shalabi

E-mail: i.shalabi@yahoo.com.br

