



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT



LUPICINO COSTA TEIXEIRA

**FUNDAMENTOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)
COMO CRIAÇÃO DIDÁTICA ASSOCIADA À ANDRAGOGIA PARA
CAPACITAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NA INDÚSTRIAS NUCLEARES
DO BRASIL – INB, EM CAETITÉ/BA.**

VITÓRIA DA CONQUISTA
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT

LUPICINO COSTA TEIXEIRA

**FUNDAMENTOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)
COMO CRIAÇÃO DIDÁTICA ASSOCIADA À ANDRAGOGIA PARA
CAPACITAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NA INDÚSTRIAS NUCLEARES
DO BRASIL – INB, EM CAETITÉ/BA.**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, oferecido pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática. Orientadora: Prof^a. Dr^a Alexsandra Oliveira Andrade.

Vitória da Conquista/BA
2019

T26f Teixeira, Lupicino Costa.

Fundamentos do controle estatístico de processos (CEP) como criação didática associada à andragogia para capacitação de jovens aprendizes na Indústrias Nucleares do Brasil – INB, em Caetité/Ba. / Lupicino Costa Teixeira, 2019.

181f. il.

Orientador (a): Dra. Alexsandra Oliveira Andrade.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória da Conquista - BA, 2019.

Inclui referências. 140 - 144.

1. Controle estatístico de processos. 2. Teoria da Educação Estatística Crítica. 3. Base Nacional Comum Curricular. 4. Andragogia I. Andrade, Alexsandra Oliveira. II. Universidade Estadual Sudoeste da Bahia, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, Vitória da Conquista, III. T.

CDD: 519

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção- CRB 5/1890
UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

LUPICINO COSTA TEIXEIRA

**FUNDAMENTOS DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS (CEP)
COMO CRIAÇÃO DIDÁTICA ASSOCIADA À ANDRAGOGIA PARA
CAPACITAÇÃO DE JOVENS APRENDIZES NA INDÚSTRIAS NUCLEARES
DO BRASIL – INB, EM CAETITÉ/BA.**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, oferecido pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

BANCA EXAMINADORA



Professora Dr^a. Alessandra Oliveira Andrade (Orientadora)
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB



Professora Dr^a. Clénia Andrade Oliveira de Melo
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB



Professora Dr^a. Rosemary Lopes Soares da Silva
Secretaria de Educação do Estado da Bahia – SEC/SUPROT

Vitória da Conquista/BA

2019

Aos Costa & Teixeira.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus pela vida, pela oportunidade de estudar, pela saúde, pelos colegas e professores e pela proteção durante todo esse tempo nas idas e vindas a Vitória da Conquista.

Agradeço a minha família pelas orações, apoio, cuidado e principalmente amor. Vocês são o meu combustível e a minha força para prosseguir nas jornadas da vida. Nenhuma vitória tem sabor sem o apoio de vocês.

Agradeço à INB/Caetitê (Gestores e colaboradores em geral) pelo apoio a este estudo, fornecendo o ambiente, os sujeitos e a ferramenta para esta pesquisa.

Agradeço aos professores e mestrandos do PROFMAT/UESB. Em especial quero agradecer aos colegas Romário, Marcos e Lídia pelos momentos de estudos e companhia nas viagens. Além destes, gratidão especial ao colega Erlon, que me ajudou em momentos cruciais desse Mestrado.

Agradeço a minha orientadora Professora Dr^a. Alexsandra Oliveira Andrade pela seu altruísmo, incentivo, alegria e disposição ao me orientar.

E finalmente, agradeço a Sociedade Brasileira de Matemática - SBM e a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, pela parceria, pois através dela realizei este sonho. Que este estudo contribua para o fortalecimento desse Programa na UESB e colabore com a Educação em suas diversas matizes.

*“Não há ramo da Matemática, por mais abstrato que seja,
que não possa um dia vir a ser aplicado aos fenômenos
do mundo real.”
(Lobachevsky)*

RESUMO

O presente trabalho aborda os fundamentos do Controle Estatístico de Processo (CEP) como criação didática associada à Andragogia para capacitação de jovens aprendizes no âmbito da Estatística Básica necessária à implantação dessa ferramenta de Qualidade na Unidade de Caetité/BA da Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Além disso, ele associa à tríade (Teoria da Educação Estatística Crítica – CEP – Andragogia), na construção de uma metodologia válida à Educação Básica, focada em unificar Educação Estatística e Trabalho, conforme habilidades sugeridas na Base Nacional Comum Curricular. Em suma, a partir do relato das vivências desses sujeitos nesse estudo de caso e considerando as observações do pesquisador acerca do desenvolvimento das competências (literacia, raciocínio e pensamento estatístico) dos jovens aprendizes, objetiva-se avaliar, num contexto de prática, a eficiência dessa tríade no desenvolvimento de aprendizagens significativas para o aprendiz e na promoção de melhorias na qualidade dos processos produtivos na empresa.

Palavras-chaves: Controle Estatístico de Processos. Andragogia. Teoria da Educação Estatística Crítica. Base Nacional Comum Curricular. Educação e Trabalho.

ABSTRACT

This paper approaches the fundamentals of Statistical Process Control (CEP) as a didactic creation associated with Andragogy to train young professionals in Basics Statistics needed to implement this Quality tool at Indústrias Nucleares do Brasil (INB) in its Caetité / BA Site. In addition, it associates the triad (Critical Statistical Education Theory - CEP - Andragogy), on constructing a valid methodology to Basic Education, focused on unifying Statistical Education and Work, according to skills suggested on the Common National Curriculum Base. In short, regarding these people living experiences on this study case and considering the researcher's remarks about the trainees developing competences (literacy, reasoning and statistical thinking), it aims to evaluate, in a practical context, this triad efficiency on the development of relevant learning for the trainee and in promoting improvements in the quality of the company's production processes.

Keywords: Statistical Process Control. Andragogy. Critical Statistical Education Theory. Common National Curriculum Base. Education and work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de transposição didático aplicado à pesquisa	26
Figura 2: Matriz curricular do Curso de Inspetor de Análise da Qualidade.....	48
Figura 3: Etapas de implantação da ferramenta CEP na Abordagem da INB/Caetité	63
Figura 4: Comparação das posições das medidas de tendência central em diferentes distribuições.....	70
Figura 5: Representações Gráficas das medidas do Quadro 19.....	75
Figura 6: Diagrama Alvo de Tiros ilustrando exatidão e precisão.....	76
Figura 7: Gráfico de Controle em formato conceitual	78
Figura 8: Carta de controle com linhas correspondentes aos desvios 1, 2 e 3	79
Figura 9: Características de gráficos de processos fora de controle.....	80
Figura 10: Tipos de gráficos de controle e suas respectivas medidas	82
Figura 11: Exemplo de Cartas X-Barra e R com alinhamento entre os dados correspondentes no mesmo subgrupo.	84
Figura 12: Questão 1 do Diagnóstico Inicial dos Aprendizes	102
Figura 13: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na solução da Questão 1 do Diagnóstico Inicial	104
Figura 14: Questão 2 do Diagnóstico Inicial dos Aprendizes	105
Figura 15: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na solução da Questão 2 do Diagnóstico Inicial	106
Figura 16: Modelo de Tabela para coleta dos dados do CEP.....	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística no PCN+.....	31
Quadro 2: Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística propostas pela BNCC.....	33
Quadro 3: Relação entre objetivos das atividades e as três capacidades estatísticas fundamentais	40
Quadro 4: Entrevista ao Jovem J1ADM	50
Quadro 5: Entrevista ao Jovem J2RAD.....	51
Quadro 6: Entrevista ao Jovem J3AMB	51
Quadro 7: Entrevista ao Jovem J4PRO	52
Quadro 8: Entrevista ao Jovem J5ALM.....	52
Quadro 9: Entrevista ao Jovem J6MAN	53
Quadro 10: Entrevista ao Jovem J7MAN	53
Quadro 11: Entrevista ao Jovem J8LAV	54
Quadro 12: Entrevista ao Jovem J9QUA	54
Quadro 13: Entrevista ao Jovem J10LIC.....	55
Quadro 14: Adaptação de fases do Método Científico para a ferramenta CEP	60
Quadro 15: Diferentes abordagens de implantação de CEP.....	61
Quadro 16: Processos Pilotos para implantação do CEP na INB/Caetité	64
Quadro 17: Situação 1 contextualizada acerca dos conceitos estatísticos básicos.....	67
Quadro 18: Situação 2 contextualizada acerca de Medidas de Posição	69
Quadro 19: Situação 3 contextualizada acerca de Medidas de Dispersão	74
Quadro 20: Coeficientes para cálculo dos Limites de Controle do CEP adaptada da ISO 8258 – Shewhart Control Charts	87
Quadro 21: Situação 4 contextualizada acerca das cartas de controle \bar{X} e S ou R.....	89
Quadro 22: Situação 5 contextualizada acerca das cartas de controle I e MR	91
Quadro 23: Situação 6 contextualizada acerca das cartas de controle C	93
Quadro 24: Elementos do processo de Andragogia	100
Quadro 25: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 1.....	110

Quadro 26: Principais Registros dos diários de bordo sobre as Situações 2 e 3	113
Quadro 27: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 4.....	118
Quadro 28: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 5.....	118
Quadro 29: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 6.....	120
Quadro 30: Situação dos Processos Pilotos quanto ao controle estatístico...	122
Quadro 31: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na resolução do teste diagnóstico final acerca das competências estatísticas desenvolvidas.	126
Quadro 32: Autoavaliação dos aprendizes em relação ao saber estatístico adquirido e avaliação da metodologia adotada para transposição didática desse saber	128
Quadro 33: Relação entre os elementos do Processo andragógico e as questões do instrumento autoavaliativo do Anexo X.	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Conhecimento estatístico trazido da formação escolar, autodeclarados pelos Sujeitos da Pesquisa.....	56
Gráfico 2: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Inicial quanto à literacia básica (Conceitos e Exemplos) de Estatística aplicada ao CEP	103
Gráfico 3: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Inicial quanto ao pensamento estatístico aplicado ao CEP	106
Gráfico 4: Desempenho Geral dos aprendizes no Diagnóstico Inicial.....	108
Gráfico 5: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Final quanto à literacia básica (Conceitos e Exemplos) utilizada na situação contextualizada da.....	125
Gráfico 6: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Final quanto ao pensamento estatístico utilizado na classificação dos gráficos G1 e G2 da Avaliação Diagnóstica Final (Questão f).....	125
Gráfico 7: Desempenho Geral dos aprendizes no Diagnóstico Final	127
Gráfico 8: Comparativo de desempenho geral de cada sujeito nos diagnósticos Inicial e Final, respectivamente.	128
Gráfico 9: Autoavaliação dos aprendizes quanto aos elementos andragógicos no contexto da pesquisa	133

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Controle Estatístico de Processos
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPP	Projeto Político Pedagógico
PROFMAT	Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional
SBM	Sociedade Brasileira de Matemática
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
\bar{X}	Média Aritmética
S	Desvio padrão
R	Amplitude
MR	Amplitude Móvel
I	Carta de controle para dados Individuais
C	Carta de controle para não conformidades
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
URA	Unidade de Concentrado de Urânio
SESI	Serviço Social da Indústria
SEC	Secretaria da Educação
SUPROT	Superintendência da Educação Profissional e Tecnológica
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
DM	Desvio Médio
ISO	Organização Internacional para Padronização
MEC	Ministério da Educação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	ANDRAGOGIA E ENSINO DE ESTATÍSTICA: TEORIAS, ELOS E A PESQUISA	21
3	O AMBIENTE, OS SUJEITOS, A FERRAMENTA E A METODOLOGIA DE PESQUISA	42
3.1	O Ambiente: A INB no contexto da pesquisa	42
3.2	Os Sujeitos da Pesquisa: os Jovens Aprendizes e suas características	45
3.3	A Ferramenta: o Controle Estatístico de Processos (CEP) no contexto da pesquisa	56
3.3.1	Estatística Básica aplicada às etapas de implantação do CEP	66
3.3.2	Implementação da ferramenta CEP: os Gráficos de Controle	78
3.4	Metodologia adotada na pesquisa	95
4	A PESQUISA E SEUS RESULTADOS: CAMINHOS PERCORRIDOS E REFLEXÕES SOBRE A CAMINHADA	99
4.1	Primeiro Momento: Sensibilização Andragógica e Diagnóstico Inicial das competências estatísticas	99
4.2	Segundo Momento: a intervenção por meio das Situações Contextualizadas e os Diários de Bordo	109
4.3	Terceiro Momento: Avaliações Diagnósticas Finais e resultados 124	
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
	REFERÊNCIAS	140
	ANEXOS	145
	Anexo I – Edital de Seleção dos Jovens Aprendizes	145
	Anexo II – Matéria divulgando resultado da Seleção	146
	Anexo III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	147
	Anexo IV – Diagnóstico inicial dos aprendizes	148
	Anexo V - Tabelas e resultados coletados em cada processo nestas situações, produzidas pelos aprendizes em Excel	150
	Anexo VI - Cartas de controle dos processos pilotos produzidas pelos aprendizes	160

Anexo VII - Chamada da Gincana da Qualidade	174
Anexo VIII – Tirinhas das campanhas educativas focadas em corrigir os desvios detectados pelo CEP.....	175
Anexo IX – Avaliação Diagnóstica Final dos conhecimentos estatísticos aplicados ao CEP.....	178
Anexo X – Autoavaliação dos Jovens Aprendizizes em relação ao processo andragógico associado ao CEP	180

1 INTRODUÇÃO

Não há como desassociar educação e trabalho. Cada vez mais eles se integram e interagem na busca por aprendizagens significativas (na escola) e significado para aprendizagem (no trabalho). Cientes disso e de que os elos entre essas duas vertentes, desde dezembro de 2017, estão sendo construídos a luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)¹ fundamentaremos esse estudo nas diretrizes e competências defendidas nessa norma. Vale destacar que a BNCC, define competência como:

[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2017, p.8).

A BNCC traz em seus fundamentos dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Dentre essas competências, a sexta descreve, conforme transcrito a seguir, o elo entre educação e trabalho:

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (BRASIL, 2017, p.9).

Segundo a BNCC, o Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, tem se mostrado um gargalo na garantia do direito à educação. Entre os fatores que explicam esse cenário, destacam-se o desempenho insuficiente dos alunos nos anos finais do Ensino Fundamental, a organização curricular do Ensino Médio

¹ A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Em 22 de dezembro de 2017, o CNE apresentou a RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2017 que institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular. Estados, Municípios e o Distrito Federal já se mobilizam para implementação da BNCC e até 2020, os currículos da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio deverão ser repensados e readequados nas competências definidas por esta norma. Sendo assim, entende-se que, até o momento, não existem currículos estabelecidos no Sistema Educacional Brasileiro capazes de validar a BNCC como a melhor proposta educacional para o país.

vigente, com excesso de componentes curriculares, e uma abordagem pedagógica distante das culturas juvenis e do mundo do trabalho.

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN) ressalta que o Ensino Médio ao receber um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos que se diferenciam por condições de existência e perspectivas desiguais de futuro, continua estruturado como se a mesma pedagogia utilizada para as crianças devesse ser aplicada a esse público tão heterogêneo. Faz-se, portanto, necessária a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (BRASIL, 2011, p. 167).

Essa nova escola, focada em atender a esse imenso público, como bem definido na BNCC, além de repensar currículos deverá remodelar suas metodologias de ensino e nesse contexto, a andragogia aparece como uma alternativa. Segundo Ferraz *et. al.* (2004) a andragogia, sendo a arte e a ciência de ajudar adultos a aprender, surge numa clara diferenciação à pedagogia, que seria a arte e a ciência de ajudar crianças a aprender, no entanto constatando-se que as técnicas da andragogia funcionam também com crianças, o termo passou por uma redefinição, sendo entendido como um modelo de pressuposto acerca de aprendizes num caráter de complementaridade à pedagogia.

Esse novo entendimento nos leva a reforçar a ideia apresentada na BNCC que afirma que nesse cenário cada vez mais complexo, dinâmico e fluido, as incertezas relativas às mudanças no mundo do trabalho e nas relações sociais representam um grande desafio para a formulação de políticas e propostas de organização curriculares para a Educação Básica, em geral, e para o Ensino Médio, em particular. Esse desafio implica, em primeiro lugar, a necessidade de não caracterizar o público dessa etapa como um grupo homogêneo, nem conceber à “juventude” como mero rito de passagem da infância à maturidade. Afinal, os jovens não são simples “adultos em formação”. Ao contrário, como já explicitam as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), é fundamental reconhecer a juventude como condição sócio-histórico-cultural de uma categoria de sujeitos que necessita ser considerada em suas múltiplas dimensões, com especificidades

próprias que não estão restritas às dimensões biológica e etária, mas que se encontram articuladas com uma multiplicidade de atravessamentos sociais e culturais, produzindo múltiplas culturas juvenis ou muitas juventudes (BRASIL, 2011, p. 155; ênfase adicionada). Para acolher as juventudes, as escolas devem proporcionar experiências e processos intencionais que lhes garantam as aprendizagens necessárias e promover situações nas quais o respeito à pessoa humana e aos seus direitos sejam permanentes.

Nesse contexto, a BNCC para o Ensino Médio da área de Matemática e suas Tecnologias propõe a ampliação e o aprofundamento das aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental. Para tanto, coloca em jogo, de modo mais inter-relacionado, os conhecimentos já explorados na etapa anterior, de modo a possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da Matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade. Suas habilidades estão organizadas segundo unidades de conhecimento da própria área (Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística).

Exemplificando, como afirmado pela BNCC no desenvolvimento de habilidades relativas à Estatística, os estudantes têm oportunidades não apenas de interpretar estatísticas divulgadas pela mídia, mas, sobretudo, de planejar e executar pesquisa amostral, interpretando as medidas de tendência central, e de comunicar os resultados obtidos por meio de relatórios, incluindo representações gráficas adequadas. Esses conhecimentos, por vezes, são demandados em vários ambientes laborais, mas a forma como eles se materializam na prática, nem sempre são consideradas durante o itinerário formativo do educando. E isso fica mais evidente nos escritórios, nos estabelecimentos comerciais, nas indústrias, enfim, no mercado de trabalho. Sintetizando, é no labor que se avalia o resultado dos currículos pensados, das metodologias adotadas e de todo arcabouço teórico oferecido durante a educação formal.

Mais uma vez, a BNCC afirma que nesse contexto, quando a realidade é a referência, é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes do Ensino Médio, envolvidos, em diferentes graus dados por suas condições socioeconômicas, pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros.

Sendo assim, o presente trabalho mostra-se justificável, posto que objetiva analisar, num ambiente laboral, como se dá a aplicação de um saber matemático (Estatística Básica) construído por jovens aprendizes durante sua formação acadêmica e profissionalizante no atendimento de uma demanda da Unidade de Caetité/BA das Indústrias Nucleares do Brasil S.A., para implantação de uma ferramenta de Qualidade denominada Controle Estatístico de Processos (CEP). Além disso, propõe uma reflexão sobre a utilização de metodologias andragógicas na formação complementar desses jovens na empresa como um caminho sustentável para o ensino-aprendizagem desse saber no contexto demandado por ela.

Dentre os objetivos específicos destacam-se: diagnosticar os saberes estatísticos trazidos pelos aprendizes; desenvolver, apoiado na Andragogia, uma metodologia para um programa de treinamento interno capaz de complementar a formação desses jovens acerca dos fundamentos da Estatística Básica necessária à implantação do CEP (Controle Estatístico de Processos) na empresa; capacitar os aprendizes, conforme metodologia desenvolvida e avaliar o impacto das aprendizagens adquiridas na implantação da ferramenta e na melhoria da qualidade dos processos da empresa.

Para o desenvolvimento desse trabalho acadêmico, utilizou-se da pesquisa bibliográfica sobre Andragogia e fundamentos de Estatística necessários à ferramenta de Qualidade CEP (Controle Estatístico de Processos), além de pesquisa de campo com jovens aprendizes, profissionalizados pelo SENAI no curso de Inspetor de Análise da Qualidade das Indústrias Nucleares do Brasil S.A, na Unidade de Caetité/BA.

No capítulo 2, propõem-se reflexões sobre andragogia e sobre o ensino de estatística, bem como, sobre as potencialidades advindas da união dessa metodologia ao ensino teórico e prático desse saber matemático para jovens e adultos em idade laboral. Num primeiro momento apresentamos a Andragogia no contexto da educação formal (Escola) e na educação corporativa (Trabalho) baseando-se, essencialmente, nos estudos de Malcolm Knowles. Em seguida, pautados nas orientações curriculares da BNCC e nos estudos acerca da ferramenta criada por Walter Andrew Shewhart refletimos sobre o ensino de Estatística na educação básica e sobre sua aplicação no contexto laboral

pesquisado. Nesse contexto abordaremos ideias defendidas por Campos (2007) e por Lopes (2008).

O capítulo 3 apresenta os fundamentos da ferramenta CEP (Controle Estatístico de Processos) e os sujeitos de pesquisa. Para isto, é abordado inicialmente o contexto pesquisado nas Indústrias Nucleares do Brasil S.A e os seus jovens aprendizes (sujeitos de pesquisa). Em seguida, são apresentados os fundamentos teóricos de Estatística usados nessa ferramenta e a metodologia de pesquisa adotada.

No capítulo 4 descrevemos toda a pesquisa, que consistiu na implantação piloto do CEP na referida empresa. Destaca-se que no referido capítulo, são abordadas as três etapas que compuseram a pesquisa, a saber: o diagnóstico inicial, intervenção e aplicação, finalizando com a análise final dos resultados. Em todas essas etapas os pressupostos e princípios da andragogia foram considerados conforme abordado no capítulo 2.

Finalizamos o presente trabalho explicitando as impressões e aprendizados decorrentes da pesquisa e apresentando possíveis respostas para as questões as quais esta Dissertação se propôs responder. Tudo isso, evidenciado nas considerações finais.

2 ANDRAGOGIA E ENSINO DE ESTATÍSTICA: TEORIAS, ELOS E A PESQUISA.

Vivemos cercados de paradoxos; de um lado envoltos num progresso científico e tecnológico dos mais marcantes e de outro mergulhados em injustiças sociais e desequilíbrios impactantes. No Brasil, dentro dessa realidade tão adversa, a Escola assume um papel extremamente importante: o de oportunizar equilíbrio em meio a essas desigualdades, promovendo uma formação humana integral do aluno, visando à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva, assim como apresentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN).

Em busca dessa formação integral, a Escola associa cada período da trajetória escolar do aluno a uma fase específica da vida humana. Conforme defendido por Peres (2005), desconsiderando casos excepcionais, pode-se dizer que a Educação Infantil marca a primeira infância, o Ensino Fundamental marca a segunda infância (1º ao 5º ano) e a Pré-adolescência (6º ao 9º ano), enquanto que o Ensino Médio está associado à adolescência e ao ingresso na universidade representa o início da vida adulta. Ele afirma que passar da infância para a pré-adolescência, da pré-adolescência para a adolescência e da adolescência para a vida adulta implica concluir os diversos ciclos escolares, da Educação Infantil ao Ensino Superior. Vale destacar que na sociedade capitalista atual, o final desse ciclo está associado à inserção do indivíduo no mercado de trabalho.

Historicamente, Phillipe Ariès (1981) afirma que a infância como fase separada da vida adulta não existia na Idade Média, passando a ser socialmente admitida com o advento da modernidade e com a Revolução Industrial. Segundo Ariès (1981) basta um olhar sobre os livros de história do mundo para percebemos que era comum o trabalho da criança nas primeiras fases da Revolução Industrial. Contudo, com a Revolução Francesa e com a emergência do movimento socialista, o trabalho infantil passou a ser gradualmente combatido e proibido, tornando-se ilegal. Ariès (opus cit.) corrobora que a Escola como a conhecemos hoje surgiu no mesmo contexto histórico em que se deu a delimitação da infância como fase particular da vida humana.

Fica então evidente que a ideia de escola está diretamente associada à de infância. Conforme defendido por Peres (2005) o próprio termo “pedagogia”, que significa a teoria ou a ciência da educação e do ensino tem sua origem voltada para a educação de crianças. Nesse contexto, se por um lado a noção de escola está simbolicamente associada crianças e adolescentes a noção de trabalho, por outro, tem relação direta com a maturidade, fase na qual o indivíduo cria sua identidade social e, na atual sociedade capitalista, tal identidade é construída fundamentalmente por meio do trabalho e da identidade profissional (DUBAR, 1995 *apud* PERES, 2005). Assim, seja para ingresso na universidade ou diretamente no mercado de trabalho, o adulto ao concluir o Ensino Médio, precisa ter recebido formação adequada para ajudá-lo na escolha de uma carreira profissional.

Segundo à BNCC (Base Nacional Comum Curricular) a preparação básica do estudante para o trabalho, consiste em promover o desenvolvimento de competências que os possibilitem inserirem de forma ativa, crítica, criativa e responsável em um mundo do trabalho cada vez mais complexo e imprevisível. Para isso, os projetos pedagógicos e os currículos escolares precisam se estruturar de maneira a:

- [...] explicitar que o trabalho produz e transforma a cultura e modifica a natureza;
- relacionar teoria e prática ou conhecimento teórico e resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural;
- revelar os contextos nos quais as diferentes formas de produção e de trabalho ocorrem, sua constante modificação e atualização nas sociedades contemporâneas, em especial no Brasil; e
- explicitar que a preparação para o mundo do trabalho não está diretamente ligada à profissionalização precoce dos jovens – uma vez que eles viverão em um mundo com profissões e ocupações hoje desconhecidas, caracterizado pelo uso intensivo de tecnologias –, mas à abertura de possibilidades de atuação imediata, a médio e a longos prazos e para a solução de novos problemas. (BRASIL, 2017, p.465).

Diante dessa demanda, as Escolas precisam repensar seus currículos para além dos pressupostos da pedagogia, principalmente, nos anos finais da Educação Básica (Ensino Médio), momento no qual o “quase adulto” e/ou adulto de fato, carecerá de uma formação integral que o habilite para o exercício pleno de sua cidadania seja ingressando no nível superior ou partindo

para o mercado de trabalho. Uma alternativa complementar, pouco discutida e analisada, na construção desse novo currículo é a andragogia. Para Knowles (1970), o termo remete a um conceito de educação voltado para o adulto, em contraposição à pedagogia, que se refere à educação de crianças. Para além da oposição proposta por Knowles, Furter (1973) defende que a andragogia é um conceito amplo de educação do ser humano, em qualquer idade, o que amplia a possibilidade de uso de seus pressupostos para todas as etapas da Educação Básica.

É importante destacar que quando falamos em aprendizagem, deve-se perceber que ela se processa de maneira diferente para crianças em relação aos adultos. Adotar metodologias do universo infantil no Ensino Médio, por exemplo, parece ser descabido, já que o público dessa etapa da Educação Básica é formado essencialmente de adolescentes e jovens. Assim, no contexto do Ensino Médio, sabendo que a aprendizagem assume diferentes nuances a partir das fases de vida humana, e que a andragogia surgiu, inicialmente, focada em atender as demandas de aprendizagem de adultos, seus pressupostos devem ser considerados na construção dos currículos para o público-alvo dessa etapa de ensino.

Ferraz *et. al.* (2004, p. 6) afirmam que a andragogia baseia-se em quatro pilares básicos, relacionados com as peculiaridades desses aprendizes, a saber: (a) o seu autoconceito desenvolve-se a partir de uma posição de dependência para a de um ser humano autodirigido; (b) acumulam um cabedal crescente de experiências que se tornam uma rica fonte de aprendizagem; (c) a sua prontidão para aprender os torna de modo crescente, orientados para tarefas com potencial de desenvolvimento em seu papel social; (d) a sua perspectiva temporal muda de uma aplicação posterior do conhecimento para a aplicação imediata, adaptando a sua orientação no sentido da mudança de foco sob o objeto para uma perspectiva de foco sob o desempenho.

Esses pilares nos permitem afirmar que o chamado “efeito esponja”, na qual a criança absorve todas as informações não é possível de ser observado na fase adulta, pois o indivíduo nessa fase desenvolve uma habilidade mais intelectual, de querer experimentar, vivenciar. Nesse sentido Lindeman (1926) *apud* Goeks (2003) identificou pelo menos, cinco pressupostos-chave para a

educação de adultos e que mais tarde transformaram-se em suporte de várias pesquisas, são eles:

- Adultos são motivados a aprender à medida que experimentam que suas necessidades e interesses serão satisfeitos; por isto, estes são os pontos mais apropriados para se iniciar a organização das atividades de aprendizagem do adulto;
- A orientação de aprendizagem do adulto está centrada na vida; por isto as unidades apropriadas para se organizar seu programa de aprendizagem são as situações de vida e não disciplinas;
- A experiência é a mais rica fonte para o adulto aprender; por isto, o centro da metodologia da educação de adultos é a análise das experiências;
- Adultos têm uma profunda necessidade de serem autodirigidos; por isto, o papel do professor é engajar-se no processo de mútua investigação com os alunos e não apenas transmitir-lhes seu conhecimento depois avaliá-los;
- As diferenças individuais entre pessoas crescem com a idade; por isto, a educação de adultos deve considerar as diferenças de estilo, tempo, lugar e ritmo de aprendizagem. (GOECKS, 2003, p.2)

Baseado nos itens apresentados por Lindeman (opus cit.) nota-se que é amplamente diferenciado o aprendizado de adultos em relação às crianças, pois basicamente, as ideias deles são diferentes. Conseqüentemente, abordagens e métodos apropriados à etapa de ensino e a fase de vida do aluno, devem ser implementados para produzir uma maior eficiência de suas atividades educativas. Em se tratando da dualidade das diferenças de características metodológicas entre a pedagogia e a andragogia, Robinson (1992) *apud* Cavalcanti (1999) cita as mais importantes. São elas:

- Relação professor/aluno: na pedagogia o professor decide o que ensinar, como ensinar e avalia o resultado; na andragogia a aprendizagem, centrada no aluno, garante mais independência e autogestão nesse contexto;
- Razões da aprendizagem: na pedagogia, as crianças aprendem o que a sociedade espera que saibam, enquanto na andragogia os aprendizes autônomos se dispõem a assimilar o que realmente precisam saber (aprendizagem centrada na prática);
- Experiência do aluno: na pedagogia o ensino por ser metódico, pouco valoriza a experiência do aluno; na andragogia a experiência é a fonte de aprendizagem, por meio de discussões e resolução de problemas em grupo;

- Orientação da aprendizagem: na pedagogia a aprendizagem é por assunto ou matéria, enquanto na andragogia a aprendizagem é baseada em situações problemas que exigem a reunião de vários conhecimentos para se chegar à solução.

As diferenças existem e são significativas, porém, não é intenção desse trabalho, eleger um método ou outro como melhor no contexto da aprendizagem de adultos. O que se pretende é demonstrar as potencialidades da andragogia, frente à pedagogia, no ensino-aprendizagem de um saber apresentado na Educação Básica, especialmente, no Ensino Médio. Para fins dessa pesquisa, utilizaremos os Fundamentos de Estatística, como saber matemático de referência na demonstração dessas potencialidades.

Antes de refletirmos sobre as especificidades do ensino teórico e prático de Estatística num contexto andragógico, algumas reflexões sobre a Educação Matemática se fazem necessárias. Segundo Pais (2001) entende-se por educação matemática:

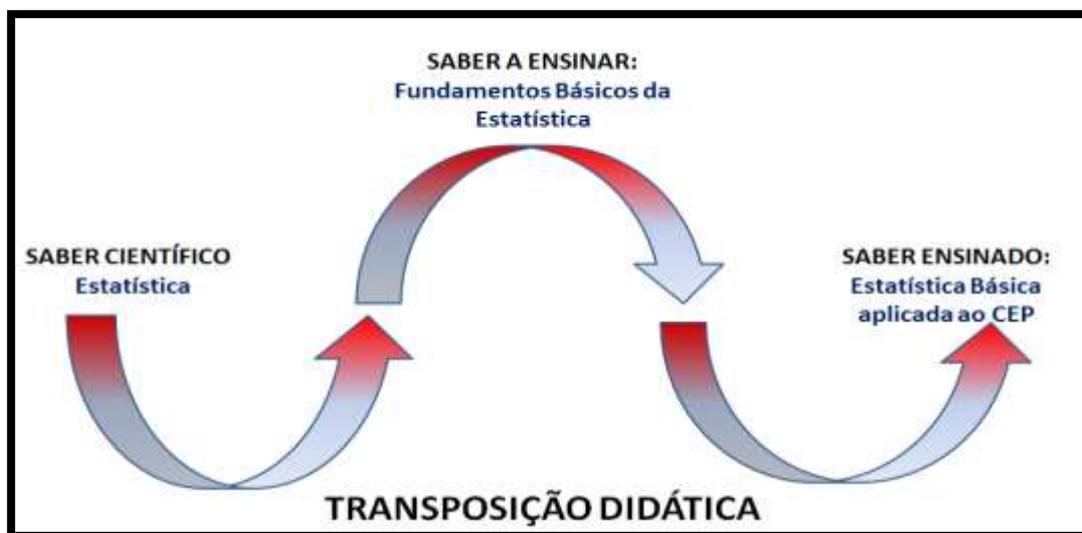
[...] uma grande área de pesquisa educacional, cujo objeto de estudo é a compreensão, interpretação e descrição de fenômenos referentes ao ensino e aprendizagem da matemática nos diversos níveis de escolaridade, quer seja em sua dimensão teórica ou prática. (PAIS, 2001, p. 10).

Entre as tendências da educação matemática desponta a didática da matemática, que é a responsável pela inserção de conceitos relevantes para compreensão de como o ensino de matemática deve proceder para alcançar seus objetivos. Desses conceitos destacam-se o de transposição didática que segundo Chevallard (*apud* PAIS, 2001) pode ser entendida como:

[...] um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1991, *apud* PAIS, 2001, p. 13).

No contexto dessa pesquisa, o processo de transposição didática proposto por Chevallard (1991) dar-se-á conforme Figura 1 a seguir.

Figura 1: Esquema de transposição didática aplicado à pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Para isso surgem as criações didáticas que podem ser definidas como os recursos utilizados para facilitar a aprendizagem, isto é, as ferramentas utilizadas na transposição didática com as quais o professor contextualizará seu ensino de forma que provoque no aluno uma aprendizagem efetiva.

Pais (2001) assim se posiciona acerca da contextualização:

A contextualização do saber é uma das mais importantes noções pedagógicas que deve ocupar um lugar de maior destaque na análise da didática contemporânea. Trata-se de um conceito didático fundamental para expansão do significado da educação escolar. O valor educacional de uma disciplina expande na medida em que o aluno compreende os vínculos do conteúdo estudado com um contexto compreensível por ele. (PAIS, 2001, p.27).

Nesse trabalho, duas criações didáticas assumirão o protagonismo: a ferramenta de Qualidade CEP (Controle Estatístico de Processos) e a Andragogia como metodologia de ensino e aprendizagem para adultos. Elas terão um papel importante na contextualização desse saber. Vale ressaltar que a contextualização de qualquer saber matemático², cada vez mais, faz-se

² Segundo Pais (2001) quando falamos no saber matemático, estamos nos referindo a uma ciência que tem suas teorias estruturadas em um contexto próprio, que auxilia na organização do discurso matemático, sob o qual deve existir o fundamento de uma posição metodológica, reveladora de uma visão do mundo.

necessária, já que o PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio) define:

Em um mundo onde as necessidades sociais, culturais e profissionais ganham novos contornos, todas as áreas requerem alguma competência em Matemática e a possibilidade de compreender conceitos e procedimentos matemáticos é necessário tanto para tirar conclusões e fazer argumentações, quanto para o cidadão agir como consumidor prudente ou tomar decisões em sua vida pessoal e profissional. (BRASIL, 2002, p. 40).

Essa reflexão nos leva a inferir que o potencial que um tema tem de permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática, configura um cenário propício à aprendizagem teórica e prática desses saberes, facilitando assim o letramento matemático.

Na BNCC, o letramento matemático está assim definido: “competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas.” (BRASIL, 2017, p.266). O letramento deve também assegurar que todos os estudantes reconheçam que os conhecimentos matemáticos são fundamentais para compreender e atuar no mundo no âmbito prático e intelectual, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimula a investigação e que pode também ser prazeroso.

Assim, a BNCC reforça que as habilidades previstas para o Ensino Médio são fundamentais para que o letramento matemático dos estudantes se torne ainda mais denso e eficiente, tendo em vista que eles irão aprofundar e ampliar as habilidades propostas no Ensino Fundamental e terão mais ferramentas para compreender a realidade e propor as ações de intervenção especificadas para essa etapa. Além disso, ela afirma que no Ensino Médio, os diferentes campos da Matemática são integrados de forma ainda mais consistente, pois nessa etapa, vários pares de ideias fundamentais são articulados nos mais variados campos – Aritméticos, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, Grandezas e Medidas – para garantir o

desenvolvimento do pensamento matemático. Dentre esses pares, para fins desse estudo, destacaremos o de **certeza e incerteza**, que conforme descrito na BNCC:

[...] é um par normalmente associado, na matemática escolar, ao estudo de fenômenos aleatórios, à obtenção de medidas no mundo físico, a estimativas, análises e inferências estatísticas e a argumentações e demonstrações algébricas ou geométricas. Mas ela engloba muitas outras ideias. Em Matemática, a validação de ideias deriva da busca de certeza. Como certeza e incerteza são inerentes à elaboração de conjecturas e previsões, podemos considerar que a visualização, a antevisão, a previsão e a antecipação são inseparáveis desse par de ideias e estão associadas às práticas de expressar e comunicar ideias e estratégias matemáticas, validando-as por meio de sugestões. Expressar incertezas em relação às próprias ideias e às dos colegas, indicando seus limites, e imaginar, criar e cogitar coletivamente o que ocorreria na extrapolação dos limites indicados também integra esse par. Certeza e incerteza são inerentes, ainda, à variadas formas de comunicação social, que empregam elementos de estatística e suas representações, além dos problemas de contagem e de formas intuitivas de expressão de probabilidades. (BRASIL, 2017, p. 520).

Todavia, diante do exposto questiona-se: ao concluir o Ensino Médio, o aluno possui as habilidades conectadas ao par de ideias citado? Quando demandado, num ambiente laboral, ele consegue acionar essas habilidades? Dessa maneira, objetivando analisar aspectos do letramento matemático acerca desse par de ideias, escolheu-se, do corpo de saberes previstos no currículo do Ensino Médio de Matemática, os Fundamentos de Estatística Básica. Para fins dessa pesquisa, será abordada a Estatística sob a luz de sua aplicação em uma ferramenta de Qualidade denominada de CEP (Controle Estatístico de Processos). Vale ressaltar que a análise proposta dar-se-á a partir de um contexto laboral, externo à Escola, na Unidade de Caetité/BA das Indústrias Nucleares do Brasil S.A, com 10 jovens aprendizes do curso profissionalizante de Inspeção e Análise de Qualidade, recém-admitidos na empresa para formação prática necessária ao curso, todos maiores de 18 anos, com Ensino Médio concluído em escolas públicas da Rede Estadual de Ensino de Caetité/Bahia. Será avaliado, no contexto demandado pela empresa, se a formação recebida por esses jovens na Educação Básica, complementada na profissionalizante, habilitou-os, conforme objetivado no par de ideias, certeza e

incerteza, citado anteriormente. Além disso, pretende-se verificar a eficiência do uso das metodologias andragógicas na capacitação complementar desses jovens no ensino-aprendizagem da Estatística básica necessária ao entendimento e implementação da ferramenta CEP na referida empresa.

Para atendimento desses objetivos é importante considerarmos e refletirmos, a partir de estudos já realizados por outros autores, sobre o ensino de Estatística na Educação Básica. Inicialmente, vale destacar que no Brasil, nos últimos anos, o norte do conhecimento estatístico nos currículos oficiais de matemática tem sido ditado pelos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e segundo o PCN (BRASIL, 1997), o conteúdo de Estatística integra o bloco denominado “Tratamento da Informação” que, juntamente com os blocos “Números e Operações”, “Grandezas e Medidas” e “Espaço e Formas”, contemplam a área da matemática no Ensino Fundamental. No Ensino Médio, conforme o PCN (BRASIL, 2000), ele situa-se no bloco “Análise de dados e Probabilidade”, que junto aos blocos: Números e operações; Funções e Geometria formam os quatro blocos curriculares de matemática dessa etapa.

Em ambos os blocos, a Estatística, desenvolvida de forma bastante tímida nos currículos anteriores, ganha a partir dos PCN status de bloco de conteúdo, sendo justificado especialmente por sua demanda social, por se tratar de conhecimentos recorrentes na sociedade atual, assumindo uma posição importante no desenvolvimento da cidadania. Nesse caminho, entende-se que é necessário não somente tomar conhecimento e saber manipular os dados produzidos a partir de situações reais, mas também interpretar criticamente o que os valores dizem, possibilitando, assim, desenvolver uma ação reflexiva e crítica na sociedade. Essa proposta remete à ação ativa dos sujeitos envolvidos no processo educativo, destacando a importância deles na elaboração de uma proposta de trabalho que envolva situações contextualizadas e problematizadoras. Conforme afirma Lopes (2008, p. 58), “[...] é essencial o desenvolvimento de atividades que partem sempre de problematização, pois assim como os conceitos matemáticos, os estatísticos também devem ser inseridos em situações vinculadas no cotidiano deles [dos alunos]”.

Bianchini et. al (2015) ressalta que o fato da estatística integrar a área de matemática pode levar-nos a pensá-la como um saber matemático próximo

dos demais campos, como a geometria, a álgebra e a aritmética, já que seus instrumentos principais são números. Contudo, no ambiente escolar, é necessário que se busque caracterizar esse saber, fazendo distinções entre ele e os demais campos matemáticos, uma vez que, apesar de conjugarem aspectos comuns, apresentam diferenças importantes. Os autores afirmam que

a aleatoriedade e a incerteza, características do pensamento estatístico distanciam-se dos aspectos lógicos e determinísticos dos demais campos matemáticos. A subjetividade na escolha da forma de organização dos dados, da interpretação e reflexão, a análise e a tomada de decisão fazem com que a Estatística apresente um foco diferenciado dentro da área de Matemática. (BIANCHINI et. al, 2015, p.2).

Vale destacar que as características apontadas não excluem ou diminuem a estatística frente aos demais saberes matemáticos, apenas a difere. A importância desse saber reside na amplitude de suas aplicações e relações com as demais áreas do conhecimento. A Estatística ganha vida na economia, política, finanças, indústrias, qualidade, etc. e o domínio dos seus conceitos são fundamentais na formação de vários profissionais, principalmente, nas áreas técnicas do país, uma vez que esses conhecimentos ajudam a garantir uma produção de qualidade, além de auxiliar na tomada de decisões gerenciais. Enfim, a Estatística se mostra extremamente multidisciplinar, uma vez que possui conexões com praticamente todas as áreas do conhecimento.

Essa visão integradora da Estatística é defendida também pelo PCN+ Ensino Médio, que sem pretensão normativa, e de forma complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), trouxe orientações educacionais à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ao apresentar as orientações para o eixo Análise de Dados, no qual a Estatística situa-se, percebe-se que o PCN+ traz, em outros termos, as condições de letramento matemático requerido ao estudante nessa etapa de ensino: “[...] espera-se do aluno nessa fase da escolaridade que ultrapasse a leitura de informações e reflita mais criticamente sobre seus significados.” (BRASIL, 2002, p.126). E dessa forma, o documento propõe que a Estatística deve ser vista, então, como um conjunto de ideias e procedimentos que

permite aplicar a Matemática em questões do mundo real, mais especialmente aquelas provenientes de outras áreas. Além disso, deve ser vista também como formas de a Matemática quantificar e interpretar conjuntos de dados ou informações que não podem ser quantificados direta ou exatamente. O PCN+ complementa afirmando que a Estatística lida com dados e informações em conjuntos finitos e utilizam procedimentos que permitem controlar com certa segurança a incerteza e mobilidade desses dados.

Nesse contexto, ele aborda que as calculadoras e o computador ganham importância como instrumentos que permitem a abordagem de problemas com dados reais ao mesmo tempo em que o aluno pode ter a oportunidade de se familiarizar com as máquinas e os softwares, permitindo o desenvolvimento de várias competências relativas à contextualização sociocultural, como a análise de situações reais presentes no mundo contemporâneo e a articulação de diferentes áreas do conhecimento. Somado a isso, contribui também para a compreensão e o uso de representações gráficas, identificação de regularidades, interpretação e uso de modelos matemáticos e conhecimento de formas específicas de raciocinar em Matemática. Diante do exposto, o PCN+ define algumas habilidades a serem consideradas no ensino de Estatística, que seguem apresentadas.

Quadro 1: Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística no PCN+

Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística no PCN+
Identificar formas adequadas para descrever e representar dados numéricos e informações de natureza social, econômica, política, científico-tecnológica ou abstrata.
Ler e interpretar dados e informações de caráter estatístico apresentados em diferentes linguagens e representações, na mídia ou em outros textos e meios de comunicação.
Obter médias e avaliar desvios de conjuntos de dados ou informações de diferentes naturezas.
Compreender e emitir juízos sobre informações estatísticas de natureza social, econômica, política ou científica apresentadas em textos, notícias, propagandas, censos, pesquisas e outros meios.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para fins desse estudo é importante considerar que essas serão as habilidades requeridas aos sujeitos de pesquisa, uma vez que suas formações estão atreladas a um currículo definido sob a ótica das habilidades supramencionadas. Contudo, diante da proposta trazida pela BNCC de reformulação desse currículo, faz-se necessário repensar as metodologias e caminhos utilizados por alunos e professores para o processo de ensino e aprendizagem desse saber matemático, a fim de construir de forma significativa conhecimento capaz de criar pontes entre teoria e prática.

Rumo à construção de um novo currículo, que exigirá novas metodologias e novos caminhos, a BNCC propõe para o Ensino Médio, as seguintes competências específicas para Matemática e suas tecnologias, dentre as quais a Estatística se faz presente:

- 1- Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
- 2- Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
- 3- Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
- 4- Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.
- 5- Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias,

identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Na análise dessas competências, verifica-se que é indissociável o saber estatístico nesse novo currículo. Tanto que para auxiliar os agentes educacionais nessa construção, a BNCC traz uma série de habilidades conectadas a tais competências, apontando assim os caminhos que professor deverá tomar no ensino de estatística rumo ao letramento matemático necessário a esse saber. A seguir, apontamos as habilidades, correlatas ao objeto desse estudo.

Quadro 2: Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística propostas pela BNCC

Habilidades de Matemática relacionadas ao Ensino de Estatística propostas pela BNCC
Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.
Planejar e executar pesquisa amostral sobre questões relevantes, usando dados coletados diretamente ou em diferentes fontes, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das medidas de dispersão (amplitude e desvio padrão), utilizando ou não recursos tecnológicos.
Resolver e elaborar problemas, em diferentes contextos, que envolvem cálculo e interpretação das medidas de tendência central (média, moda, mediana) e das medidas de dispersão (amplitude, variância e desvio padrão).
Construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de softwares que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra.
Interpretar e comparar conjuntos de dados estatísticos por meio de diferentes diagramas e gráficos (histograma, de caixa (box-plot), de ramos e folhas, entre outros), reconhecendo os mais eficientes para sua análise.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

No âmbito desse estudo, avaliando as habilidades propostas em ambos os documentos (PCN+ e BNCC) observam-se alguns avanços na proposta da BNCC, especialmente no detalhamento e na indicação explícita da possibilidade de uso de recursos tecnológicos e softwares como apoios metodológicos para aprendizagem desse saber. Ademais, a proposta da BNCC, conectada ao mundo do trabalho, habilita de forma mais completa o estudante para atingir as competências específicas nessa área de conhecimento.

Postas as habilidades almeçadas em ambos os documentos, propomos, a partir dos resultados da avaliação diagnóstica aplicada aos sujeitos de pesquisa, uma capacitação complementar dos aprendizes na Estatística Básica necessária ao entendimento e implementação da ferramenta CEP na empresa pesquisada. Por se tratar de um ambiente industrial, faz-se necessária a adoção de metodologias diferenciadas, a partir de um contexto de educação também diferente, a Educação Corporativa. Vale evidenciar que nesse ambiente há predominância de adultos e assim, a Andragogia sobressai como metodologia alternativa viável para esse tipo de formação complementar.

A conexão entre educação corporativa e andragogia é defendida por vários autores. Oliveira (1999) *apud* Aranha (2002) sistematizou, 14 princípios norteadores da Andragogia, baseados, segundo ele, nos 14 pontos de Deming (William Edwards Deming, um dos precursores da Gestão da Qualidade Total). Os princípios apresentados a seguir, seriam, segundo Oliveira, também norteadores da relação e metodologia do processo de aprendizagem nas organizações:

1. “O adulto é dotado de consciência crítica e consciência ingênua. Sua postura proativa ou reativa tem direta relação com seu tipo de consciência predominante.”
2. “Compartilhar experiências é fundamental para o adulto, tanto para reforçar suas crenças, como para influenciar as atitudes dos outros”.
3. “A relação educacional de adulto é baseada na interação entre facilitador e aprendiz, onde ambos aprendem entre si, num clima de liberdade e pró-ação.”
4. “A negociação com o adulto sobre seu interesse em participar de uma atividade de aprendizagem é chave para sua motivação.”
5. “O foco das atividades educacionais de adulto é na aprendizagem e jamais no ensino.”
6. “O adulto é o agente de sua aprendizagem e por isso é ele quem deve decidir sobre o que aprender.”

7. “Aprender significa adquirir: Conhecimento – Habilidade – Atitude (CHA). O processo de aprendizagem implica a aquisição incondicional e total desses três elementos.”
8. “O processo de aprendizagem do adulto se desenvolve na seguinte ordem: Sensibilização (motivação) – Pesquisa (estudo) – Discussão (esclarecimento) – Experimentação (prática) – Conclusão (convergência) – Compartilhamento (sedimentação)”.
9. “A motivação do adulto para a aprendizagem está diretamente relacionada às chances que ele tem de partilhar com sua história de vida. Portanto, o ambiente de aprendizagem com pessoas adultas é permeado de liberdade e incentivo para cada indivíduo falar de suas experiências, ideias, opiniões, compreensão e conclusões.”
10. “O diálogo é a essência do relacionamento educacional entre adultos. Portanto, os aprendizes adultos devem ser estimulados a desenvolver sua habilidade tanto de falar, quanto de ouvir, que, em outras palavras, significa comunicar-se.”
11. “O adulto é responsável pelo processo de comunicação, quer seja ele o emissor ou o receptor da mensagem”. Por isso numa conversa, quando alguém não entende algum aspecto exposto, ele deve tomar a iniciativa para o esclarecimento.
12. “A práxis educacional do adulto é baseada na reflexão e ação, conseqüentemente, os assuntos devem ser discutidos e vivenciados, para que não se caia no erro do aprendiz tornar-se verbalista – que sabe refletir mas não é capaz de colocar em prática; ou ativista – que se apressa a executar, sem antes refletir nos prós e contras.”
13. “A experiência é o livro do aprendiz adulto.”
14. “O professor tradicional prejudica o desenvolvimento do adulto, pois coloca-o num plano inferior de dependência, reforçando, com isso, seu indesejável comportamento reativo próprio da fase infantil.” (OLIVEIRA,1999 *apud* ARANHA, 2002, p.7,8).

Esses princípios serão referenciais para definição do modelo de intervenção a ser adotado na capacitação complementar dos jovens aprendizes, pois a partir deles admitiremos que adultos executam o processo de aprendizagem através trocando informações, experiências e no debate de ideias, com o devido direcionamento do facilitador que alinhará as discussões aos objetivos estabelecidos para o grupo. Fica evidente também, a partir desses princípios que aulas expositivas no modelo tradicional, onde aluno e professor se posicionam opostamente (professor como “dono” do saber e o aluno como “receptáculo” de informações, simplesmente absorvendo e “decorando” os conhecimentos apresentados) não é um caminho metodológico viável. A valorização da experiência e a contribuição dos participantes

desenvolve, segundo Oliveira (1999), sua autoconfiança, já que associa tal experiência ao seu efetivo aprendizado.

Nessa perspectiva, Aranha (2002) também defende que conteúdos curriculares, assuntos a serem abordados, temas a serem discutidos devem estar relacionados com a realidade vivenciada pelo aprendiz. Faz-se necessário, durante todo o processo, explicitar o significado das coisas, dos temas envolvidos, buscando o entendimento de sua essência para que seja produzida aprendizagem significativa, visto que o adulto precisa estar envolvido como um todo, como pessoa integral. Além do mais, Aranha (op. cit) defende que a definição clara e explícita de objetivos e metas, bem como a elaboração de um plano eficiente capaz de alcançá-los vai ao encontro das necessidades, carências, expectativas e interesses de todos os envolvidos no processo (empresa, aprendiz e facilitador). A clareza das metas permite ao adulto acompanhar com mais segurança o desempenho nas atividades programadas e conseqüentemente, avaliar seu progresso.

Outro fator importante conectado a esses princípios é o estabelecimento de recursos adequados, eficientes e avaliáveis para o ensino e aprendizagem utilizadas durante o processo. Conforme apontado por Santos (2003):

O adulto precisa sentir que os meios utilizados para o aprendizado variam e são adequados aos objetivos pretendidos. A variação de técnicas de ensino favorece o ensino, pois nem todos os adultos aprendem de forma igual, e por outro lado a coerência destas com os objetivos indicam o grau de eficiência do aprendizado. Além disso, a criação de um sistema de feedback contínuo focado no crescimento, no desenvolvimento da aprendizagem planejada, buscando o atendimento da necessidade sentida ou expectativa almejada, assim como a retroalimentação constante do progresso do aprendiz constituem um forte estímulo para o desenvolvimento da aprendizagem. (SANTOS, 2003, p. 85).

Os princípios citados anteriormente, segundo Aranha (2002,) nos leva ao estabelecimento de um “contrato psicológico” entre professor (que ocupará o papel de facilitador) e aluno (que será o aprendiz/participante). Esse contrato será caracterizado por um diálogo permanente entre os envolvidos, engajamento, cooperação, o exercício de diferentes papéis de liderança pelos membros do grupo, diagnósticos rotineiros das necessidades e critérios de avaliação contínua. Nesse contexto o facilitador precisa adaptar-se ao processo de aprendizagem próprio de adultos para promover um clima

evolutivo de aprendizado. Conforme relatado no estudo de Aranha (op. cit) a postura do facilitador deve estar voltada para os aprendizes; ele deve possuir conhecimentos específicos de sua área de atuação, relacionando teoria com prática; mostrar-se confiante e aberto a diferentes pontos de vista; ter disposição em ir além dos objetivos do grupo e por fim, criar um clima facilitador para aprendizagem.

Nesse sentido, a proposta de intervenção do presente estudo adotará a andragogia como metodologia para levar Estatística Básica, no contexto de implantação do CEP na empresa, aos jovens aprendizes. É importante frisar que a abordagem da Estatística nessa intervenção dar-se-á junto aos estudos de Lopes (2008), Campos (2007), Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) que propõem uma aproximação da Educação Crítica com o ensino da estatística, construindo o que chamam de Teoria da Educação Estatística Crítica. Para esses autores, os problemas de Estatística devem começar com um questionamento e terminar com uma opinião que, se espera, seja fundamentada em resultados. Para isso, o trabalho com Estatística deve promover discussões e reflexões para a solução de uma situação-problema que seja levantada pelos aprendizes ou instigada pelo facilitador. Afinal, conforme afirma Batanero (2001, p. 6) “é preciso experimentar e avaliar métodos de ensino adaptados à natureza específica da Estatística, pois a ela nem sempre se podem transferir os princípios gerais do ensino da Matemática”. Assim, o planejamento do ensino de Estatística a ser adotado neste trabalho terá como norte principal às ideias defendidas por Campos (op. cit.) ao afirmar que a aprendizagem em estatística dar-se a partir do desenvolvimento de três importantes competências: **a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico.**

Gal (2000) entende que a literacia estatística é a habilidade para interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas e os argumentos baseados em dados, que aparecem nas diversas mídias, além de ser a habilidade em discutir opiniões referentes a esse tipo de informação estatística. Watson (1997) entende a literacia como sendo a capacidade de compreensão do texto e do significado das implicações das informações estatísticas inseridas em seu contexto formal e identifica três estágios de seu desenvolvimento:

1. o entendimento básico da terminologia estatística;

2. o entendimento da linguagem estatística e os conceitos inseridos num contexto de discussão social;
3. o desenvolvimento de atitudes de questionamento nas quais se aplicam conceitos mais sofisticados para contradizer alegações que são feitas sem fundamentação estatística apropriada.

Campos (2007) complementa que entendimento dos conceitos básicos de estatística deve preceder o cálculo. Antes de usar as fórmulas, aprendizes devem perceber a utilidade, a necessidade de certa estatística.

Promover o COMO em detrimento do POR QUE no ensino de estatística é um erro. Em muitas vezes os cálculos se tornam um obstáculo para os estudantes, sem a necessidade de sê-lo. Um exemplo: saber a fórmula do desvio padrão ajuda em quê o entendimento dessa grandeza? (CAMPOS, 2007, p.52)

Campos ainda defende que para melhorar a literacia estatística precisamos aprender a usá-la como evidência nos argumentos encontrados em nossa vida diária seja como trabalhadores, consumidores ou cidadãos. Isso revela que ensinar estatística com base em assuntos do dia-a-dia tende a melhorar a base de argumentação dos aprendizes, além de aumentar o valor e a importância que eles dão a esse saber. Nesse estudo, temos como objetivo envolver os aprendizes em situações nas quais eles próprios produzirão e coletarão os dados para suas estatísticas, sem contar que a partir do contexto no qual estão inseridos, eles poderão verificar, decidir e melhorar processos com base nessas estatísticas, desenvolvendo assim, o pensamento estatístico.

Sobre o **pensamento estatístico**, Mallows (1998) ensina que podemos inicialmente imaginá-lo como sendo a capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, admitindo a presença da variabilidade e da incerteza, explicitando o que os dados podem dizer sobre o problema em foco. O pensamento estatístico ocorre quando os modelos matemáticos são associados à natureza contextual do problema em questão, ou seja, quando surge a identificação da situação analisada e se faz uma escolha adequada das ferramentas estatísticas necessárias para sua descrição e interpretação.

Quanto ao **raciocínio estatístico**, Garfield (2002) o define como a maneira com a qual uma pessoa raciocina com ideias estatísticas e faz sentido com as informações estatísticas. Isso envolve fazer interpretações sobre dados,

representações gráficas, construção de tabelas etc. Ele identifica também cinco níveis de raciocínio estatístico que observaremos nos aprendizes ao longo dessa pesquisa:

Nível 1 – Raciocínio idiossincrático. O estudante sabe algumas palavras e símbolos estatísticos, usa-os mesmo sem entendê-los completamente e mistura-os com informações não relacionadas. Por exemplo: os estudantes aprendem os termos média, mediana e desvio padrão como medidas de resumo, mas fazem uso incorreto delas (por exemplo, comparando a média com o desvio padrão ou fazendo julgamentos sobre uma boa média ou um bom desvio padrão).

Nível 2 – Raciocínio verbal. O estudante tem entendimento verbal de certos conceitos, mas não aplica isso em seu comportamento. Por exemplo, ele pode selecionar ou prover uma correta definição, mas não entende completamente o seu conceito (por exemplo, porque a média é maior que a mediana em distribuições com assimetria positiva).

Nível 3 – Raciocínio transicional. O estudante é capaz de identificar corretamente uma ou duas dimensões de um processo estatístico, mas sem integrar completamente essas dimensões. Por exemplo, uma amostra maior leva a um intervalo de confiança menor, um desvio padrão menor leva a um intervalo de confiança menor.

Nível 4 – Raciocínio processivo. O estudante é capaz de identificar corretamente as dimensões de um conceito ou processo estatístico, mas não integra completamente essas dimensões ou não entende o processo por completo. Por exemplo, sabe que a forte correlação entre duas variáveis não implica necessariamente que uma causa a outra, mas não pode explicar o porquê.

Nível 5 – Raciocínio processual integrado. O aprendiz tem um completo entendimento sobre um processo estatístico, coordenando as regras e o comportamento da variável. O estudante pode explicar o processo com suas próprias palavras e com confiança. Por exemplo, pode explicar o que um intervalo de confiança de 95% significa em termos do processo se obtiver uma distribuição amostral de uma população. (GARFIELD, 2002, tabela 2 traduzida).

Nas intervenções teóricas e práticas a serem desenvolvidas com os sujeitos da pesquisa, adotaremos o quadro apresentado por delMas (2002) no qual as três capacidades são diferenciadas quanto aos objetivos das intervenções. De forma simplificada, observando esses objetivos apresentados no Quadro 3 poderemos distinguir com qual capacidade estamos lidando.

Quadro 3: Relação entre objetivos das atividades e as três capacidades estatísticas fundamentais

Literacia Básica	Raciocínio	Pensamento
Identificar	Por quê?	Aplicar
Descrever	Como?	Criticar
Ler e Interpretar	Explique (o processo)	Estimar, Avaliar
Reescrever e Traduzir		Generalizar

Fonte: (delMas, 2002, p.6).

Diante desses fundamentos, nosso trabalho buscará conciliar os princípios da Andragogia e os da Teoria da Educação Estatística com o objetivo de proporcionar ao aprendiz algo diferente do ensino tradicional da Estatística, que segue o modelo de aulas expositivas baseadas em apostilas ou livros clássicos no ensino desse saber. Brignol, (2004, p. 43), afirma que “neste modelo, a distribuição dos conteúdos é linear e a prática na maioria das vezes é feita com exercícios e exemplos desses livros que não raro são distantes da realidade e a experiência do aluno e do professor.” O que, no contexto dessa pesquisa, é algo fora das habilidades e letramento matemático desejado.

Imbuído na missão de conciliar essas teorias, adotaremos as ações recomendadas por Campos (op. cit.) para o desenvolvimento das três capacidades no ensino de estatística.

1. Sempre que possível, trabalhar com dados reais;
2. Sempre relacionar os dados ao contexto em que estão inseridos;
3. Sempre orientar os aprendizes para que interpretem seus resultados;
4. Permitir que os aprendizes trabalhem juntos (em grupo) e que uns critiquem as interpretações de outros, ou seja, favorecer o debate de ideias entre eles;.
5. Promover julgamentos sobre a validade das conclusões, ou seja, compartilhar com o grupo as conclusões e as justificativas apresentadas;
6. Avaliar constantemente o desenvolvimento das três capacidades em cada domínio da Estatística.

Vale ressaltar que essas ações estão alinhadas com 14 princípios norteadores da Andragogia sistematizados por Oliveira (1999) *apud* Aranha (2002), citados anteriormente nesse capítulo.

Finalizando, ciente do desafio que representa unificar essas teorias, encontrar elos entre elas e não distanciá-las das competências e habilidades parametrizadas na BNCC para o ensino de estatística, desenvolveremos a pesquisa objetivando promover discussões proveitosas e que possam ser estendidas ao ensino e à aprendizagem desse e de outros saberes que compõem a grande área da educação matemática no Brasil.

3 O AMBIENTE, OS SUJEITOS, A FERRAMENTA E A METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 O Ambiente: A INB no contexto da pesquisa

Segundo o Relatório Integrado da Indústrias Nucleares do Brasil (2018), o Brasil possui uma das maiores reservas mundiais de urânio, o que permite o suprimento das necessidades domésticas em longo prazo e uma possível disponibilização do excedente para o mercado externo. Toda essa riqueza mostra que o Brasil – face à sua extensão territorial, reservas asseguradas e domínio (ainda que não seja em escala comercial) da tecnologia de todas as etapas do ciclo do combustível, ocupará uma posição estratégica em relação à demanda de fontes energéticas. A principal aplicação comercial do urânio é na geração de energia elétrica, como combustível para os reatores nucleares de potência.

O urânio é garantia de futuro com energia, de desenvolvimento planejado e encontra-se inserido nas necessidades do século 21, afirma o Relatório Integrado da INB. O minério de urânio é toda concentração natural de mineral ou minerais, por meio da qual o urânio ocorre em proporções e condições tais que permitam sua exploração econômica. O urânio se distribui sobre toda a crosta terrestre, como constituinte da maioria das rochas. Não tem uma cor característica, pode ser amarelo, marrom, ocre branco, cinza ou as muitas cores da terra. O que o diferencia de outros minerais é a sua propriedade física de emitir partículas radioativas (a radioatividade) que é aproveitada para produzir calor e gerar energia. As reservas uraníferas do Brasil estão entre as oito maiores do mundo e são suficientes para atender à demanda brasileira em longo prazo, ainda que exista um aumento da geração termonuclear no país.

O monopólio da produção de urânio no país é exercido, em nome da União, pela INB (Indústrias Nucleares do Brasil), uma empresa estatal de economia mista, vinculada desde 1º de janeiro de 2019 ao Ministério de Minas e Energia (MME), antes se integrava à estrutura do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A INB atua no chamado “ciclo do combustível nuclear”, que inclui a mineração, o beneficiamento, o enriquecimento isotópico de urânio, a fabricação de pastilhas e do combustível,

sendo responsável por suprir os reatores das usinas nucleares brasileiras produtoras de energia elétrica. Além da produção do elemento combustível, elabora seus componentes, comercializa materiais nucleares e executa serviços especializados de engenharia em reatores. A empresa com sede no Rio de Janeiro (RJ) possui unidades em Resende (RJ), Buena (RJ), Caetité (BA), Caldas (MG) e São Paulo, além de um escritório em Fortaleza (CE), base do Projeto Santa Quitéria.

Atualmente, na Unidade de Concentrado de Urânio (URA), localizada em Caetité/BA, é onde ocorre a extração e o beneficiamento do minério de Urânio (1ª Etapa do referido “ciclo”). Conforme dados do Relatório Integrado da Indústrias Nucleares do Brasil 2018, na Unidade de Caetité/BA, a atividade de mineração e beneficiamento é responsável pela pesquisa, identificação, extração e segregação de minerais dos demais materiais rochosos, produzindo o concentrado de urânio, que tem a forma de um sal amarelado, conhecido como *yellowcake*, que é matéria prima para produção do elemento combustível para geração de energia em usinas nucleares.

A mineração não contempla apenas a extração mineral, mas também todas as ações que a antecedem-na. Os estudos de viabilidade, os mapeamentos geológicos, os diversos tipos de análise de riscos e licenciamentos são algumas das etapas para a concretização da exploração mineral. Para a obtenção do concentrado de urânio, após a extração do minério, é realizado o beneficiamento do material, que pode ser sintetizado conforme a seguir:

- A etapa de britagem transforma o produto da extração em pequenas pedras, estas são depositadas em pilhas e recebem uma solução ácida, responsável pela segregação do urânio da rocha. Esse processo é conhecido como lixiviação e dele resulta um líquido amarelo, o licor de urânio.
- Após a purificação do licor de urânio, este é tratado com diversos processos químicos e físicos (extração por solventes orgânicos, seguida da separação por precipitação, filtração e secagem) gerando o concentrado de urânio, também conhecido por *yellowcake*. Este material é o produto final da cadeia produtiva do beneficiamento de urânio. Após

esse processo, o material é colocado em tambores especiais e seguem para a fase da conversão, realizada internacionalmente.

Adicionalmente, para garantir a qualidade de seus produtos e assegurar a preservação do meio ambiente, a saúde dos trabalhadores e da população, especialmente os habitantes em torno das áreas de influência da URA, a INB desenvolve programas de garantia da qualidade, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas e de segurança radiológica.

Para execução dessas atividades, a INB conta com um corpo técnico qualificado, comprometido e envolvido com os objetivos e metas definidas pela Alta Gestão. Além disso, a empresa tem buscado atender a todos os requisitos legais, tanto dos órgãos de licenciamento quanto aos ligados à legislação trabalhista. Os processos industriais da empresa são licenciados e fiscalizados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Os processos administrativos e trabalhistas buscam atender às demandas das normas e regulamentos da Secretaria de Trabalho (extinto Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)), hoje incorporada ao Ministério da Economia (ME).

Dentre os regulamentos atendidos pela empresa, destacam-se o art. 428 da Consolidação das Leis Trabalho (CLT), a Lei nº 10.097/2000 e o Decreto 9.579/2018 (especialmente ao Capítulo V, que trata do Direito à Profissionalização). O referido decreto traz em art. 51 que estabelecimentos de qualquer natureza são obrigados a empregar e matricular nos cursos dos Serviços Nacionais de Aprendizagem um número de aprendizes equivalente a cinco por cento, no mínimo, e quinze por cento, no máximo, dos trabalhadores existentes em cada estabelecimento, cujas funções demandem formação profissional. Esses jovens devem ter idade entre 14 e 24 anos e seus contratos de trabalho podem durar até dois anos e, durante esse período, ele é capacitado pela instituição formadora e na empresa, combinando formação teórica e prática.

Os jovens têm a oportunidade de inclusão social com o primeiro emprego e de desenvolver competências para o mundo do trabalho, enquanto as empresas têm a oportunidade de contribuir para a formação dos futuros profissionais do país, difundindo seus valores e cultura. Nesse sentido a INB, em parceria com o SENAI/BA, vem oportunizando, aos jovens aprendizes,

prática profissional em várias áreas das atividades fim e de apoio da empresa. Em julho de 2018, a INB iniciou o processo de seleção para posterior contratação de 15 novos jovens aprendizes para formação profissional na área de Inspeção e Análise da Qualidade, objetivando colaborar com a aprendizagem desses jovens no campo da Gestão da Qualidade associada às atividades da Unidade.

Assim, este pesquisador, por fazer parte do quadro de funcionários da INB em Caetité/BA e ciente do desafio que a formação desses jovens representava para a Unidade, especialmente para a área da Garantia da Qualidade, apresentou a proposta dessa pesquisa à Gestão da URA, correlacionando a aprendizagem requerida pelos jovens à necessidade de implantação, na Unidade, de uma ferramenta de Qualidade denominada CEP (Controle Estatístico de Processos). A ideia foi bem recepcionada pelos gestores e após autorização, iniciou-se o processo de acompanhamento dos estudos teóricos (que ficaram a cargo do SENAI/BA) bem como, o planejamento da formação prática a ser oferecida na empresa, a partir de meados de 2019, aos referidos aprendizes.

Portanto, a INB situa-se no universo desse estudo da seguinte forma: no contexto demandado por ela, ou seja, na implantação da ferramenta de qualidade CEP, será verificado se a formação recebida na Educação Básica, complementada na profissionalizante pelo SENAI, dos jovens aprendizes contratados, habilitou-os, para o desenvolvimento das competências de Estatística requeridas no mercado de trabalho. Além disso, propõe-se avaliar a eficiência do uso de metodologias andragógicas na capacitação complementar a ser ofertada aos jovens pela INB, no que tange ao ensino-aprendizagem da estatística necessária ao entendimento e implantação da ferramenta CEP na referida empresa.

3.2 Os Sujeitos da Pesquisa: os Jovens Aprendizes e suas características

Definido o ambiente de pesquisa, faz-se necessário conhecermos os sujeitos que mobilizarão este estudo. Inicialmente, vale destacar que esta foi a quarta turma que a INB/Caetité contratou para o Programa Jovem Aprendiz. Na

primeira, o foco de atuação foi a área administrativa, na segunda a área de manutenção de máquinas industriais e na terceira a área de produção. Para esta nova turma, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) ministrou o curso de Inspetor de Análise da Qualidade.

A formação oferecida a estes jovens foi dividida em duas partes: uma fase teórica e outra prática. A teórica ficou a cargo do SENAI, já na parte prática, a INB oportunizou a inserção do aprendiz no ambiente de trabalho, bem como o aprimoramento de suas competências profissionais. Não se trata de trabalho efetivo, mas de um período de aprendizagem de atividades profissionais no espaço industrial da empresa. Em decorrência do caráter educacional da fase prática, faz-se necessário que o aprendiz seja orientado e acompanhado por um empregado da empresa, formalmente designado para a função de supervisor ou de monitor. Nesse contexto, diante dos objetivos desse estudo, da demanda gerada pela empresa e por se tratar da área na qual atua o pesquisador, a Gestão da empresa o indicou como Supervisor dessa turma de Inspetores de Análise da Qualidade.

Com isso, passou-se a acompanhar todos os processos relacionados à turma, desde a seleção e contratação dos jovens, até a aprendizagem teórica e início da fase prática na empresa. Nesse sentido, vale destacar que o processo de seleção ocorreu da seguinte forma:

1. Foi lançado um edital para divulgação das vagas e apresentação dos critérios requeridos pela empresa, atendendo à legislação vigente. O referido Edital encontra-se no Anexo I.
2. Por opção da empresa, as vagas oferecidas foram sorteadas entre todos os inscritos que atenderam aos requisitos fixados no Edital. O sorteio foi imparcial e conforme matéria no Anexo II, *“na tarde do dia 08 de agosto de 2018, foram sorteados os 15 Jovens Aprendizes da empresa para Caetité/BA. No total, 465 se candidataram às vagas. Dezenas de pessoas acompanharam o sorteio que aconteceu no Espaço INB. Rádios e sites parceiros da INB estiveram presentes transmitindo ao vivo para todo o município.”*
3. Concluída esta etapa os sorteados foram admitidos, através de Contrato de Trabalho Especial de Aprendizagem, por um período de 1

ano, sendo esse tempo dividido em: 520 horas para formação teórica pelo SENAI e outras 520 horas para a prática na empresa.

Destaca-se que a execução dessa pesquisa iniciou-se a partir da chegada dos jovens aprendizes na empresa, isto é, os dados e registros da pesquisa de campo, dentro dos objetivos traçados, foram considerados a partir do início da fase prática desse contrato de aprendizagem.

Apesar de a pesquisa focar a fase prática dos aprendizes como protagonista nesse estudo, percebe-se a importância de se refletir, para fins de planejamento e intervenção, sobre a formação teórica, oferecida pelo SENAI, a esses jovens. Para melhor entendimento dessa formação passou-se a conhecer um pouco mais do Sistema Indústria e suas interfaces educacionais. Segundo o Relatório Anual do SESI, SENAI e IEL - 2017, o SENAI é o maior complexo de Educação Profissional e serviços tecnológicos das Américas. Dessa forma, a instituição fornece além de educação e possibilidade de inserção no mercado de trabalho, um passaporte para a cidadania, especialmente, para jovens e trabalhadores das classes C, D e E.

Cientes de que a educação é o fator mais relevante para o desenvolvimento de um país, o Sistema Indústria (SESI, SENAI e IEL) abraçou um dos maiores desafios do Brasil, na conjuntura atual, o de oferecer a todos os brasileiros uma escola que dialogue com o universo profissional. Por isso, conforme Relatório Anual do SESI, SENAI e IEL – 2017, o SENAI contabilizou como uma vitória a reforma do Ensino Médio, aprovada e sancionada, em fevereiro de 2017 pela Lei nº 13.415/2017, que flexibilizou o currículo, propondo um Ensino Médio conectado com as aspirações dos alunos, capaz de transmitir os conhecimentos fundamentais para a cidadania e que crie oportunidades de inserção dos nossos jovens no mercado de trabalho.

Com base na nova legislação, o SESI e o SENAI foram pioneiros na implementação da nova Lei do Ensino Médio, por desenvolver uma experiência pedagógica aprovada nos Conselhos Estaduais de Educação, que traz o currículo organizado por áreas de conhecimento e não por componentes curriculares, totalmente contextualizado à realidade dos estudantes e integrado à formação técnica e profissional. A proposta curricular do Projeto do Ensino Médio SESI com Itinerário de Formação Técnica e Profissional do SENAI foi estruturada por competências e habilidades contextualizadas à realidade atual.

Vale ressaltar que se realizou no capítulo 2 deste estudo, a partir da análise das competências gerais da BNCC, uma reflexão que vai ao encontro da proposta defendida pelo Sistema Indústria.

O Relatório Anual do SESI, SENAI e IEL – 2017 informa também que a metodologia SENAI de Educação Profissional tem formado profissionais de alta competitividade. Ela consiste em ouvir o mercado, analisar os estudos prospectivos, a difusão das novas tecnologias e as mudanças na estrutura da organização da produção e do mundo do trabalho. Com essas informações, o SENAI alinha a oferta de cursos de Educação Profissional e realiza avaliações para aferir a aderência dessa oferta à demanda, assim como a excelência dos profissionais formados e com o intuito de manter os cursos constantemente atualizados, foram desenvolvidos e entregues Itinerários Formativos de sete áreas tecnológicas e 13 cursos inéditos para ampliação do portfólio do SENAI, dentre eles o de Inspeção e Análise da Qualidade. Na figura a seguir, apresentamos a matriz curricular do curso em questão.

Figura 2: Matriz curricular do Curso de Inspeção e Análise da Qualidade

5.4 MATRIZ CURRICULAR			
INSTITUIÇÃO: SENAI DF-BA CURSO: Aprendizagem Industrial de Nível Básico em Inspeção e Análise da Qualidade CARGA HORÁRIA TOTAL: 528 horas VIGÊNCIA: 2018 Edições: conforme legislação vigente			
Módulo	Unidades Curriculares	Carga horária teórico-prática	Certificação
Módulo I Educação para o Trabalho	Léngua e Comunicação	20	Processamento de Estudos
	Relações Sociais profissionais, Cidadania e Ética	24	
	Saúde e Segurança do Trabalho	26	
	Planejamento e Organização do Trabalho	22	
	Raciocínio Lógico e Análise de Dados	20	
Subtotal		120 h	
Módulo II Específico	Princípios de Administração	32	Qualificação Profissional em Inspeção e Análise da Qualidade (CBO 3912-05 - Inspeção de Qualidade)
	Sistemas Produtivos	40	
	Fundamentos de Estatística	32	
	Controle Estatístico de Processo-Básico	32	
	Gerenciamento de Processos	40	
	Ferramentas da Qualidade	40	
	Técnicas e Fundamentos da Qualidade	32	
	Sistemas de Qualidade	40	
	Sistemas de Gestão Integrada	72	
	Auditoria Interna e Inspeção da Qualidade	40	
Subtotal		400 h	
Total		528h	

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Ressalta-se que a matriz apresentada e, conseqüentemente, oferecida aos aprendizes está alinhada às demandas da INB no que concerne às atividades de Gestão da Qualidade dos seus processos, bem como da implantação da ferramenta Controle Estatístico de Processos na Unidade de Caetité. Outro fator interessante, a ser observado nesta matriz, é que apesar da ausência de uma menção clara às disciplinas ofertadas na Educação Básica, o currículo apresentado permite estabelecer conexões entre os saberes profissionais a serem adquiridos e os saberes ensinados na formação escolar desses aprendizes.

A matriz está dividida em dois módulos: o Módulo I, voltado para tópicos da Educação para o Trabalho e o Módulo II, voltado para as especificidades da área profissionalizante, que no caso é a Inspeção e Análise da Qualidade. Ambos trazem unidades curriculares que claramente necessitam de habilidades adquiridas na Educação Básica, como por exemplo: a unidade curricular Leitura e Comunicação está atrelada às habilidades de Língua Portuguesa; a unidade Raciocínio Lógico e Análise de dados, sem dúvidas necessitará de habilidades adquiridas em Matemática; até mesmo no módulo específico é possível observar essas conexões, a unidade curricular Controle Estatístico de Processos – Básico, por exemplo, com certeza utilizou as habilidades do saber estatístico para ser desenvolvida.

Diante dessa constatação e objetivando delimitar o escopo desse estudo, realizamos durante a recepção dos jovens aprendizes na Unidade, em 06/06/2019, uma entrevista básica, por escrito, acerca das informações relevantes de cunho pessoal e formativo, que seriam determinantes para as etapas subsequentes dessa pesquisa. Contudo, antes de apresentar os resultados dessa entrevista, convém esclarecer:

1. A INB selecionou 15 jovens aprendizes e os encaminhou para a fase teórica, porém antes concluir esta etapa, 2 deles desistiram. Isso significa que apenas 13 jovens iniciaram a fase prática na INB.
2. Desses 13 jovens, 3 não concluíram ainda o Ensino Médio, o que para os objetivos desse estudo não seriam amostras representativas. Portanto, apesar de participarem normalmente das atividades deste

estudo, os dados referentes a eles, serão desconsiderados para análise do resultado dessa pesquisa.

3. Sendo assim, os sujeitos da pesquisa ficam restringidos a um grupo de 10 jovens, maiores de 18 anos, com Ensino Médio Concluído em Escolas Públicas Estaduais do Município de Caetité/BA e região, valendo destacar que todas as escolas públicas estaduais de Caetité estão representadas através desses aprendizes.
4. Para fins de preservação das identidades dos aprendizes, codificamos cada jovem com um J e um número sequencial, seguido da abreviatura do setor no qual está desenvolvendo sua prática profissional, exemplo: J1ADM – Jovem Aprendiz do Setor Administrativo. Os códigos serão detalhados nos quadros de entrevista adiante.
5. Para estabelecer um critério comparativo de conhecimento e habilidades desses jovens quanto ao saber estatístico, objeto desse estudo, inserimos na entrevista inicial o questionamento apresentado no item 6 dos Quadros 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

As respostas de todas as perguntas realizadas na entrevista seguem transcritas a seguir, tal qual nos formulários em papel, em poder do pesquisador.

Quadro 4: Entrevista ao Jovem J1ADM

1. Sujeito da Pesquisa:	<i>J1ADM – Jovem Aprendiz do Setor Administrativo</i>
2. Idade:	<i>19 Anos</i>
3. Coursou Ensino Médio em:	<i>Escola Pública</i>
4. Nome da Escola:	<i>Colégio Estadual Pedro Atanásio Garcia</i>
5. Cidade:	<i>Distrito de Maniaçu - Caetité/BA</i>
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<i>“Foi pouco transmitido e não me acrescentou muito conhecimento do assunto. Na época em que estudei sobre ele tive muitas dificuldades de entendimento tanto por ser um assunto que exige um maior domínio, tanto pela metodologia de ensino usada pelos professores, simplesmente era aplicado o assunto mas não era treinado”. (Ruim)</i>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	<i>S1 - Administração Central e Refeitório.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 5: Entrevista ao Jovem J2RAD

1. Sujeito da Pesquisa:	J2RAD – Jovem Aprendiz do Setor Radioproteção
2. Idade:	22 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Instituto de Educação Anísio Teixeira
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<p>“Minha relação com o saber estatístico durante a vida escolar é pouca. Não tive matéria específica, o professor falou brevemente. Durante a faculdade tive uma matéria só voltada a estatística, tenho algumas noções mas não compreendo todo o assunto.” (Ruim)</p>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	S2 - Prédio da Radioproteção e Controles de Acesso das Áreas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 6: Entrevista ao Jovem J3AMB

1. Sujeito da Pesquisa:	J3AMB – Jovem Aprendiz do Setor Controle Ambiental
2. Idade:	18 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Instituto de Educação Anísio Teixeira
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<p>“Estatística não foi um conteúdo que tive muito acesso, apesar de achar interessante sobre o assunto não o vi no ensino médio por completo e de uma forma aprofundada. Por tanto no momento não possui domínio sobre o assunto.” (Ruim)</p>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	S3 - Laboratório de Controle Ambiental.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 7: Entrevista ao Jovem J4PRO

1. Sujeito da Pesquisa:	J4PRO – Jovem Aprendiz do Setor Produção
2. Idade:	21 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Colégio Estadual Rolanda Laranjeira Barbosa
5. Cidade:	Santa Maria da Vitória-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<p>“O meu conhecimento a respeito do CEP é bem superficial, durante o ensino médio eu vi esse conteúdo só que o tempo de ministração da mesma não foi suficiente para adquirir um conhecimento mais amplo. Durante o curso do SENAI, revir novamente esse conteúdo, o que me ajudou a compreender mais esse processo.” (Regular)</p>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	S4 - Prédio do Laboratório de Processo e Planta Química.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 8: Entrevista ao Jovem J5ALM

1. Sujeito da Pesquisa:	J5ALM – Jovem Aprendiz do Setor Almojarifado
2. Idade:	20 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Instituto Estadual Tereza Borges de Cerqueira
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<p>“A minha relação com estatística é um pouco ruim porque eu tenho dificuldade de compreender o assunto eu já estudei mas não dominei mas eu pretendo estudar e compreender o assunto para mim desenvolver melhor as minhas atividades no dia-a-dia”. (Ruim).</p>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	S6 – Almojarifado e Balança.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 9: Entrevista ao Jovem J6MAN

1. Sujeito da Pesquisa:	J6MAN – Jovem Aprendiz do Setor Manutenção
2. Idade:	19 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Centro Territorial de Educação Profissional - CETEP
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
	<i>“Pelo que me recordo o pouco que pude ver, me ajudará á ter mais conhecimento sobre Controle Estatístico de Processos, como média, mediana, moda, gráficos, etc.” (Regular)</i>
7. Em qual setor da INB-Caetité, desenvolverá as práticas de aprendizagem?	S7 - Salas Administrativas da Manutenção, Oficina, Ferramentaria, Sala da Elétrica, Depósito de Material Civil/Mecânico, Sala de Lubrificação, Sala de Laminação, Sala da Construção Civil, Caldeiraria, Instrumentação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 10: Entrevista ao Jovem J7MAN

1. Sujeito da Pesquisa:	J7MAN – Jovem Aprendiz do Setor Manutenção
2. Idade:	19 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Instituto de Educação Anísio Teixeira
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
	<i>“Uma boa relação com a área de exatas, em relação à estatística, possuo o conhecimento básico ensinado no ensino médio, e retomado no curso de inspeção da qualidade pelo SENAI. Por tanto uma nova ferramenta que irei gostar de trabalhar e ajudar em sua implementação.” (Bom)</i>
7. Em qual setor da INB-Caetité, está desenvolvendo as práticas de aprendizagem?	S7 - Salas Administrativas da Manutenção, Oficina, Ferramentaria, Sala da Elétrica, Depósito de Material Civil/Mecânico, Sala de Lubrificação, Sala de Laminação, Sala da Construção Civil, Caldeiraria, Instrumentação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 11: Entrevista ao Jovem J8LAV

1. Sujeito da Pesquisa:	J8LAV – Jovem Aprendiz do Setor de Lavra
2. Idade:	18 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Colégio Estadual Pedro Atanásio Garcia
5. Cidade:	Distrito de Maniaçú - Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<i>“Me lembro pouco sobre estatística mas creio que sei sim sobre esse saber.” (Regular)</i>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, está desenvolvendo as práticas de aprendizagem?	S8 - Prédio da Gerência de Geotecnia e Lavra.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 12: Entrevista ao Jovem J9QUA

1. Sujeito da Pesquisa:	J9QUA – Jovem Aprendiz do Setor da Qualidade
2. Idade:	18 Anos
3. Cursou Ensino Médio em:	Escola Pública
4. Nome da Escola:	Colégio Estadual Tereza Borges de Cerqueira
5. Cidade:	Caetité-BA
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<i>“Foi apresentado a matéria de estatística no ensino médio, onde tive a facilidade de entendimento, e mais tarde durante a aplicação do ensino SENAI me foi apresentado novamente a esse conteúdo. Espero aprender mais ainda saindo da teoria para pratica, fixando assim essa matéria”. (Bom)</i>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, está desenvolvendo as práticas de aprendizagem?	S9 – Contabilidade e Sala da Proteção Física e Postos de Vigilância (PV1-PV2-PV3 E PV4) e S10 -Transporte e Qualidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

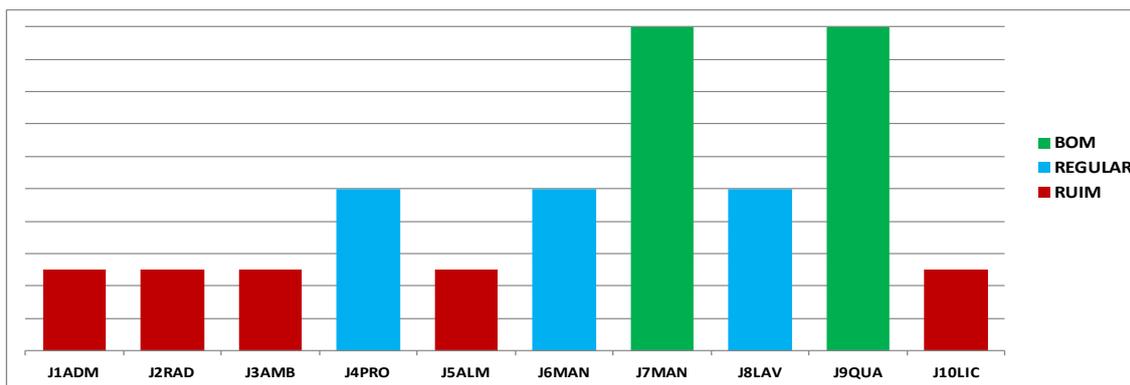
Quadro 13: Entrevista ao Jovem J10LIC

1. Sujeito da Pesquisa:	<i>J10LIC – Jovem Aprendiz - Setor Licenciamento</i>
2. Idade:	<i>21 Anos</i>
3. Cursou Ensino Médio em:	<i>Escola Pública</i>
4. Nome da Escola:	<i>Centro Territorial de Educação Profissional - CETEP</i>
5. Cidade:	<i>Caetité-BA</i>
6. Objetivando a implantação do CEP na INB e sabendo que serão necessários conhecimentos sobre estatística básica para isto, como você considera sua relação com o tema Estatística ao longo de sua formação escolar?	
<i>“Durante os quatro anos que estudei no CETEP tive o contato com estatística só no último ano em uma das unidades de matemática. Aprendendo um pouco sobre média, mediana e moda, para mim a estatística é muito complicado, sendo assim tenho dificuldade neste assunto, mais com estudo da para desenvolver bem.” (Ruim)</i>	
7. Em qual setor da INB-Caetité, está desenvolvendo as práticas de aprendizagem?	<i>S12- Salas da Gerência de Licenciamento e Auditório.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Considerando as respostas ao item 6 dos Quadros apresentados construímos o Gráfico 1 a seguir, onde, sintetizamos como cada sujeito da pesquisa considera seu conhecimento estatístico. Atribuímos a cada resposta um juízo de Bom (quando a resposta possuía somente afirmações positivas sobre esse saber), Regular (quando a resposta relatava apenas uma pequena dificuldade) e Ruim (quando a resposta trazia apenas aspectos negativos ligados ao saber referenciado). Esses juízos estão destacados em vermelhos em cada Quadro.

Gráfico 1: Conhecimento estatístico trazido da formação escolar, autodeclarados pelos Sujeitos da Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A partir dos dados apresentados no Gráfico 1, inferimos que, dos sujeitos da pesquisa, 80% alegam não possuir um conhecimento estatístico satisfatório (30% regular e 50% ruim). Esse dado aponta para a necessidade de uma intervenção educacional nos referidos sujeitos, a fim de alinharmos seus conhecimentos estatísticos, objetivando capacitá-los para atingir a aprendizagem necessária à implantação da ferramenta CEP no ambiente de pesquisa, isto é, na INB/Caetité. Sendo assim, apresentaremos no próximo tópico os fundamentos e principais características dessa ferramenta, a fim de entendermos em que contexto ela será utilizada como criação didática para o ensino e a aprendizagem desse saber matemático.

3.3 A Ferramenta: o Controle Estatístico de Processos (CEP) no contexto da pesquisa

Com o advento da BNCC, os sistemas educacionais que compõem a Educação Básica no Brasil estão diante de grandes desafios. Conforme sistematizado por França (2018), esses desafios residem em: elaborar um novo currículo, integrar características regionais a ele, definir metodologias e materiais didáticos para atendê-lo, investir em formação continuada para os educadores e conseqüentemente, readequar o Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição.

Refletindo sobre esses desafios cremos que é importante que o currículo seja elaborado de forma colaborativa, ou seja, todos os agentes educacionais envolvidos devem participar dessa construção. Afinal, tendo em vista que a BNCC encoraja as instituições de ensino a incluírem em seus currículos temas relacionados aos contextos nos quais os estudantes estão inseridos, é importante que a proposta curricular seja construída contando com a participação de profissionais da educação e de membros da comunidade que ajudem a combinar todos esses aspectos ao documento.

Quanto ao desafio da formação continuada de professores é importante destacar que como a BNCC propõe a formação de um aluno integral, o professor deve ampliar seu repertório metodológico a fim de oferecer ferramentas capazes de promover mais que a simples absorção de conteúdos pelo aluno. Nesse novo contexto, os docentes devem compreender o desenvolvimento socioemocional do aprendiz e se adequarem para inserirem tecnologias às suas práticas. Além disso, a Escola precisa estabelecer uma cultura que tenha o aprendizado como foco também para os professores, uma vez que eles precisam compreender os novos padrões determinados pela BNCC e suas influências no processo educacional, fazendo com isso, escolhas acertadas de metodologias e recursos didáticos a serem usados em sala de aula.

Obviamente, com a implantação de um novo currículo, a instituição de ensino também precisará rever o seu Projeto Político-Pedagógico (PPP). Isso porque o PPP é um documento que traz a metodologia pedagógica e a proposta curricular da instituição. Por causa disso, ele provavelmente deverá ser adaptado para se adequar às diretrizes da BNCC e refletir a nova identidade da Escola.

Diante desses desafios e sob a perspectiva de que essa nova Escola precisará expandir-se para além dos seus muros e conectar-se a novos cenários educacionais, o pesquisador enxerga neste estudo uma oportunidade de apresentar a partir dos fundamentos da ferramenta de qualidade, CEP, aplicada em contextos laborais, uma possibilidade de aproximar Escola e Trabalho, atendendo assim uma das competências trazidas na BNCC e que deverá ser construída pelas instituições de ensino. Além do mais, no contexto das metodologias e recursos utilizados na intervenção proposta nessa

pesquisa, pretende-se oferecer mais uma alternativa ao arcabouço de opções didáticas dos docentes, no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem de Estatística.

Alinhando esses objetivos, entende-se que a Escola, ao expandir seus horizontes para além da sala de aula, precisa estabelecer em seus itinerários formativos, ferramentas que desenvolvam em seus alunos competências que atendam as demandas do mercado de trabalho em todos os seus setores (primários: agricultura, pecuária e extração mineral e vegetal; secundários: indústrias e construção civil; terciários: prestadores de serviços, vendas, bancos, hospitais, escolas, etc.). Para que isso aconteça é necessária à adoção de dinâmicas diversificadas na construção dos saberes em sala de aula. Por exemplo: se um aluno decide percorrer um itinerário formativo voltado para as competências específicas de Matemática e suas Tecnologias, as Escolas deverão inteirar-se, munir-se e disponibilizar ao aluno vivências e ferramentas do mercado de trabalho que utiliza a matemática como base. Assim, o discente irá experimentar, mesmo que de forma incipiente, como um conhecimento aprendido na escola se traduz na vida prática.

É nesse contexto que apresentamos o CEP, isto é, o Controle Estatístico de Processos, ferramenta de Qualidade utilizada nesta pesquisa como criação didática para desenvolver aprendizagem acerca de Estatística Básica nos sujeitos da pesquisa anteriormente apresentados. Assim, para compreendermos o papel dessa ferramenta no âmbito do ambiente pesquisado é importante refletirmos sobre as conexões existentes entre a história do CEP e os objetivos de qualidade da INB/Caetité.

Segundo Kume (1993), o CEP foi proposto, inicialmente, pelo Dr. Walter A. Shewhart, em 1924, sendo concebido a partir da junção de alguns conceitos básicos de Estatística e Metodologia Científica para aplicação em processos produtivos da empresa de telefonia americana *Bell Telephone Laboratories*. Shewhart desenvolveu o que ficou conhecido como **Cartas de Controle de Processo** ou simplesmente **Cartas de Shewhart**, uma técnica simples, mas poderosa na eliminação de variações anormais em processos produtivos, pela diferenciação entre as causas comuns e as causas especiais. Os problemas decorrentes das causas especiais são imprevisíveis em qualquer processo; já os problemas decorrentes das causas comuns podem ser

identificados e sua tendência de agravamento pode ser prevista, bem como ações decorrentes dessa análise podem ser implementadas de modo a manter as causas dentro de níveis aceitáveis. O método desenvolvido por Shewhart propõe o uso das cartas de controle para a análise dos dados provenientes de amostragem, substituindo a mera detecção e correção de produtos defeituosos pelo estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, visando impedir que produtos defeituosos fossem produzidos.

Vale lembrar que, esse controle da qualidade foi também adotado na Inglaterra. Em 1935, os trabalhos do estatístico E. S. Pearson foram utilizados como base para os padrões normativos britânicos. A Segunda Guerra Mundial foi decisiva para a aplicação do controle de qualidade e da estatística moderna em um maior número de indústrias americanas. Após a guerra, foi a vez de o Japão adotar o controle estatístico da qualidade, seguindo os padrões americanos. A partir de 1954, com os seminários do engenheiro americano J. M. Duran, os japoneses começaram a perceber que o controle da qualidade dependia muito de fatores humanos e culturais. A partir dessa percepção, foi desenvolvido um método japonês para o controle da qualidade, que deu origem ao controle da qualidade total no estilo japonês, envolvendo a participação de todos os setores e funcionários da empresa e que muito contribuiu para que o Japão passasse a fabricar produtos de mais alta qualidade.

Recentemente, vários países perceberam as vantagens do controle da qualidade e um grande número de empresas em todo o mundo vêm utilizando os métodos do controle da qualidade, com as adaptações necessárias às suas especificidades. Hoje em dia, não há fábrica no mundo que não aplica pelo menos algumas ferramentas simples de CEP para a melhoria dos processos industriais. Na INB, a partir da prática laboral dos sujeitos de pesquisa, objetiva-se iniciar a implantação piloto do CEP em 11 processos da empresa e em seguida, conforme resultado das áreas pilotos, ampliar esta implantação para os demais processos da Unidade, com vista na redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos/serviços envolvidos.

O caminho para o alcance desse objetivo na INB será traçado a partir da percepção das ideias de Shewhart ao defender que a qualidade e a variabilidade são conceitos antagônicos no sentido de que onde tem muito de um terá necessariamente pouco do outro. Samohy (2009) argumenta que esta

ideia funciona tanto para processos como para produtos e exemplifica: uma tarefa dentro de um processo que leva um período de tempo irregular para completar pode causar tanta confusão na linha de produção como a irregularidade das medidas de uma peça, uma hora saindo grande demais e outra hora pequena demais. Foi assim que Shewhart entendeu que medindo, analisando e monitorando variabilidade estava lidando com o campo do estudo estatístico, e que, através de aplicações de Estatística na fábrica, processos e produtos poderiam chegar a melhores níveis de qualidade. Por melhores níveis de qualidade, entende-se menor variabilidade em medidas do processo e do produto e mais exatidão em alcançar metas e alvos.

Segundo Samohy (2009), Shewhart também levou para o CEP alguns fundamentos da Metodologia Científica. Em síntese, conforme o Quadro 14, ele sugeriu que 4 fases do método científico fossem adaptadas, a saber:

Quadro 14: Adaptação de fases do Método Científico para a ferramenta CEP

FASE	DA METODOLOGIA CIENTÍFICA	PARA O CEP
1	A identificação da problemática e o planejamento de experimentos	A identificação de pontos críticos na linha de produção e a escolha da ferramenta adequada e mais relevante para aplicar no ponto crítico
2	A experimentação em si	A aplicação da ferramenta na linha de produção
3	A análise dos resultados dos experimentos	A análise dos dados
4	A reação do pesquisador para intervenção	A reação do Gestor para melhorar o processo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Dessa forma, o CEP, na concepção de Shewhart, define seu papel como ferramenta capaz de monitorar a variabilidade e avaliar a instabilidade de produtos e processos, aliando metodologia científica e técnicas estatísticas, tais como: coleta, análise e interpretação de dados, comparação de desempenho através de medidas de centro (média, mediana e moda) e de dispersão (variância e desvio padrão), histogramas e outros gráficos de controle.

Contudo, é preciso considerar que para implantação do CEP é necessário, antes de tudo, conhecer e avaliar as diferentes abordagens trazidas por alguns autores, a partir de suas experiências na implantação dessa ferramenta em outras indústrias, processos e produtos. Ousamos dizer que nessa tarefa residiu um dos grandes desafios desta pesquisa: o de aliar a metodologia de implantação às especificidades da empresa. Vale destacar que essas especificidades envolviam objetivos institucionais, recursos humanos e financeiros, disponibilidades, tempos e métodos de trabalho. Portanto, como primeiro passo para a solução do referido desafio, buscamos conhecer algumas metodologias de implantação de CEP. No Quadro 15 a seguir, apresentamos abordagens, compiladas por Schissatti (1998), que serviram de base para a escolha do método a ser considerado na implantação desta ferramenta na INB/Caetité.

Quadro 15: Diferentes abordagens de implantação de CEP

Etapas	Abordagem Motorola	Abordagem Breyfogle	Abordagem Montgomery	Abordagem Owen
1	Priorizar oportunidades de melhoria	Fornecer educação em metodologias estatísticas	Escolher a carta de controle apropriada	Obter compromisso
2	Selecionar o time de trabalho	Identificar e otimizar processos-chaves e parâmetros de produto	Determinar quais características devem ser controlados e onde as cartas de controle devem ser implantadas.	Formular uma política
3	Descrever o processo total	Definir tolerâncias dos parâmetros-chaves	Executar ações para promover a melhoria dos processos	Indicar um facilitador
4	Analisar a performance do(s) sistema(s) de medição	Planejar a construção de cartas de controle, estabelecer limites de controle e planejar a avaliação dos índices de estabilidade	Selecionar sistemas de coleta de dados e <i>softwares</i> computacionais	Definir uma estratégia de treinamento

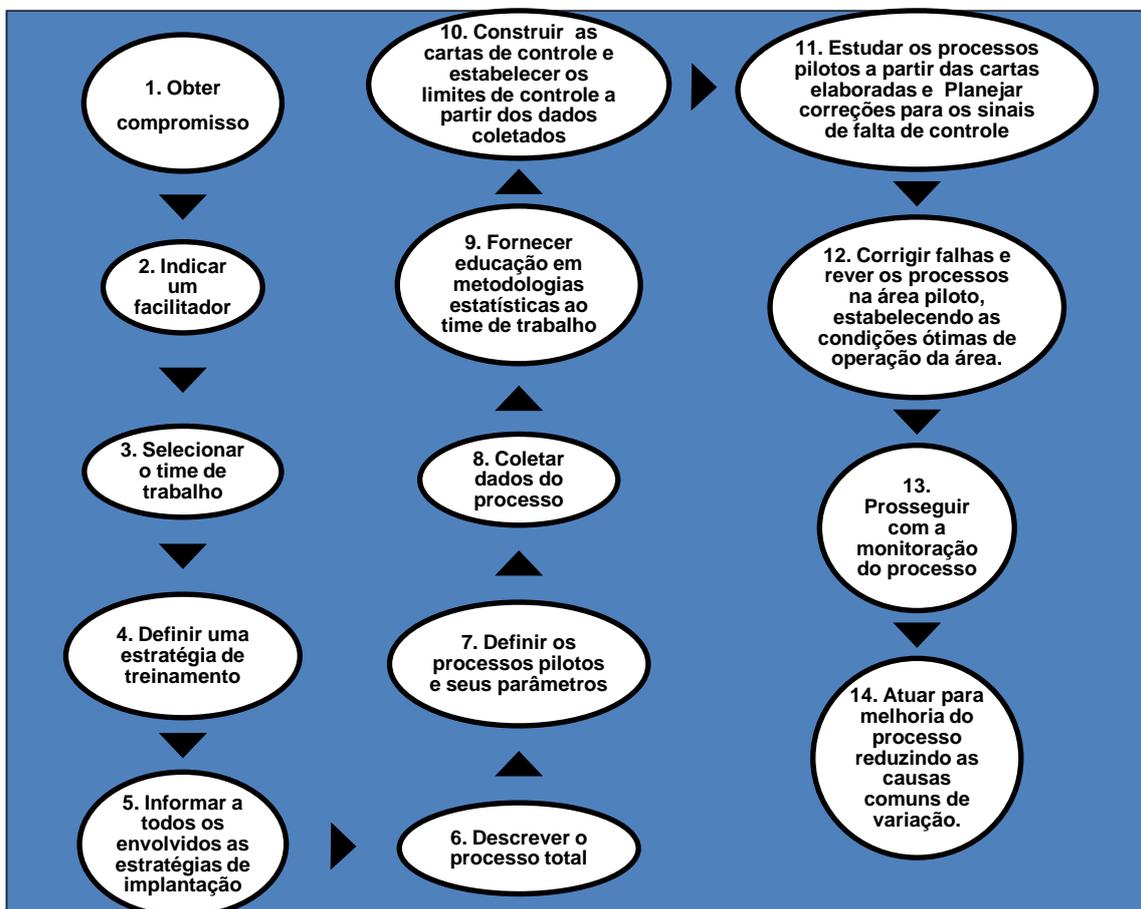
Etapas	Abordagem Motorola	Abordagem Breyfogle	Abordagem Montgomery	Abordagem Owen
5	Identificar e descrever as etapas críticas do processo /produtos críticos	Implementar controle estatístico de processos e um sistema gerencial que garanta a melhoria		Treinar gerentes e supervisores
6	Isolar e verificar os processos críticos	Avaliar a capacidade de processos		Informar aos sindicatos
7	Estudar a capacidade dos processos	Transferir a responsabilidade pela melhoria contínua para a manufatura		Obter compromisso dos sindicatos
8	Implementar condições ótimas de operação e métodos de controle			Informar os operadores
9	Monitorar processo			Envolver fornecedores
10	Reduzir causas comuns de variação			Coletar dados
11				Planejar um plano de ação para os sinais de falta de controle
12				Rever os processos de avaliação da qualidade
13				Estruturar a administração do CEP
14				Treinar os operadores
15				Implementar as cartas de controle
16				Melhorar os processos

Fonte: Adaptado de (SCHISSATTI, 1998).

Ao analisarmos estas abordagens e diante das especificidades citadas anteriormente, optou-se por desenvolver uma nova abordagem a partir da junção de algumas etapas, aplicáveis à realidade da INB/Caetité, dentre as 4

abordagens compiladas por Schissatti. Sendo assim, segue na Figura 3 a abordagem INB proposta pelo pesquisador.

Figura 3: Etapas de implantação da ferramenta CEP na Abordagem da INB/Caetité



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Seguindo o fluxo apresentado, destacamos as seguintes etapas:

Etapa 2 . Indicar um facilitador – conforme afirmado anteriormente, o facilitador indicado pela empresa foi o próprio autor.

Etapa 3. Selecionar o time de trabalho – o time de trabalho foram os sujeitos da pesquisa, isto é, os jovens aprendizes contratados conforme item 3.2 deste estudo.

Etapa 4. Definir uma estratégia de treinamento – A estratégia residiu em unir Andragogia e o Ensino de Estatística. Para isto, em todas as capacitações foram adotados os 14 princípios norteadores da andragogia citados no capítulo 2 desse estudo, bem como as 6 ações recomendadas por Campos para o

desenvolvimento das competências de literacia, pensamento e raciocínio estatístico.

Etapa 7. Definir os processos pilotos e seus parâmetros – a partir do contato do jovem aprendiz com o seu setor de prática e com os processos desenvolvidos nele, foi possível identificar e definir qual o processo, dentro do escopo da Etapa 6, seria o inicial para implantação da ferramenta. Ao final desta etapa, os processos pilotos ficaram assim definidos:

Quadro 16: Processos Pilotos para implantação do CEP na INB/Caetité

SUJEITO DA PESQUISA	SETOR DE PRÁTICA	PROCESSOS PILOTOS DEFINIDOS
J1ADM	S1 - Administração Central	Controle diário de cópias impressas na impressora da Reprografia.
J2RAD	S2 - Radioproteção	Controle diário dos resultados da Monitoração Radiológica Ocupacional - Campo de Radiação nos Pontos 1106 e 1401.
J3AMB	S3 - Laboratório de Controle Ambiental.	Controle diário da quantidade de amostras analisadas do Rádio e Chumbo em coletas ambientais
J4PRO	S4 – Produção e Planta Química	Controle de produção diária da Britagem e Montagem da Pilha 81/19.
J5ALM	S6 - Almoxarifado	Controle diário da saída de galões de água mineral para consumo humano.
J6MAN	S7 - Manutenção	Controle semanal de abertura de Ordens de Serviços (OS) das Equipes de Manutenção
J7MAN	S7 - Manutenção	Controle semanal de fechamento de Ordens de Serviços (OS) das Equipes de Manutenção
J8LAV	S8 - Lavra	Controle quinzenal de não conformidades detectadas na monitoração dos Depósitos de Rocha Estéril.
J9QUA	S9 – Proteção Física S10 - Transporte e Qualidade.	Controle diário da quantidade de pessoas que entram na empresa pelo PV1 em horário administrativo; Controle diário de abastecimento de veículos a Diesel nas bombas de combustível da Unidade.
J10LIC	S12- Licenciamento	Controle de exigências abertas pelo órgão fiscalizador CNEN, para os principais processos da Unidade de Caetité.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Etapa 8. Coletar dados do processo – definidos os processos, estipulou-se para fins de exercícios práticos na Etapa 9, uma amostra de no mínimo 15 dados do processo piloto. Esses dados foram coletados de acordo com a periodicidade de monitoração do processo, isto é, para processos com controle diário, a coleta aconteceu durante 15 dias; para processos com controles semanais foram resgatados os dados históricos das últimas 15 semanas; nos controles quinzenais foi realizado o resgate dos últimos 15 resultados do processo analisado.

Etapa 9. Fornecer educação em metodologias estatísticas ao time de trabalho – esta etapa foi o ponto chave desta pesquisa. Munido de uma avaliação diagnóstica que indicou a necessidade de aperfeiçoamento do conhecimento estatístico dos sujeitos da pesquisa, adotamos a estratégia definida na Etapa 4 e realizamos, na condição de facilitador do CEP, encontros semanais com os aprendizes a fim de capacitá-los quanto às metodologias estatísticas aplicadas à ferramenta. No capítulo 4 está descrito como se deram os encontros e as intervenções realizadas nestas capacitações. Ressalta-se que a aplicação dos conhecimentos fornecidos nesta etapa deu-se a partir dos dados coletados na anterior e durante a execução das etapas 10, 11 e 12. O detalhamento dos fundamentos teóricos associados a estas etapas segue apresentado no item 3.3.1 deste capítulo. Vale destacar que os alvos principais de todas essas etapas foram os jovens aprendizes. Contudo, findando o tempo contratual pactuado entre as partes, os aprendizes serão dispensados, porém o CEP implantado necessita ser continuado. Nesse objetivo, após a execução da etapa 12, os aprendizes multiplicaram seus conhecimentos entre os demais colaboradores da área piloto, compartilhando assim a literacia, o pensamento, o raciocínio estatístico e todo o instrumental adquirido nessa formação, sendo acompanhados e avaliados pelo facilitador que, quando necessário, realizou intervenções com vista na garantia do alcance das metas organizacionais da empresa em relação à implantação dessa ferramenta. Nesse mesmo sentido foram executadas as etapas 13 e 14.

Diante desse escopo, percebe-se que a implantação do CEP na INB por possuir um caráter educacional associado apresenta um diferencial positivo no contexto das demais abordagens do Quadro 15. Essa particularidade promove melhoria dos processos a partir do controle das variações, redução de custos

com aquisição de consultorias e treinamentos externos, além de incentivar a cultura de qualidade em toda a empresa.

3.3.1 Estatística Básica aplicada às etapas de implantação do CEP

Dentre os vários conceitos atribuídos à Estatística, concordamos com o de Vieira (2013, p.1), que a conceitua como a ciência que fornece os princípios e a metodologia para coleta, organização, apresentação, resumo, análise e interpretação de dados. Assim, para avançarmos da coleta à interpretação de dados faz-se necessário atravessarmos um vasto campo de definições, teoremas, fórmulas, gráficos e etc.. Contudo, trataremos nesse estudo apenas dos fundamentos básicos de estatística aplicados ao CEP, apontando alguns métodos e conceitos que foram usados nos treinamentos descritos na Etapa 9 de implantação desta ferramenta na INB/Caetité.

Nossa abordagem iniciou-se pelo conceito mais elementar dessa ciência, o de população que pode ser entendido como o conjunto de todos os itens ou elementos do universo da pesquisa. Além deste, abordou-se outras definições tais como:

- i. Parâmetro: característica que descreve a população;
- ii. Amostra: uma parte da população que será analisada;
- iii. Variável: característica da população que será analisada;
- iv. Dado: valor coletado no estudo;
- v. Estimador: característica numérica estabelecida na amostra e;
- vi. Observação: descrição.

Essas definições fazem parte da literacia estatística adotada para esta pesquisa e sendo assim, foram trabalhadas dentro de contextos da prática do aprendiz no ambiente pesquisado. Segue no Quadro 17, um exemplo do tipo de situação abordada.

Quadro 17: Situação 1 contextualizada acerca dos conceitos estatísticos básicos.

SITUAÇÃO 1 - Um dos pilares dos estudos em Estatística é a amostragem. Populações (na fábrica, o engenheiro utiliza a palavra “lotes”) em geral são grandes demais para ser analisadas em grandes detalhes item por item. Em muitos casos a inspeção a 100% é uma regra da fábrica, mas na realidade este procedimento não funciona adequadamente. Imagine o operador que tem a responsabilidade de verificar o nível de preenchimento de um lote de galões de água mineral. O lote tem 50.000 unidades. Depois de inspecionar apenas 100 garrafas, é muito provável que o operador já não está mais pensando em níveis de preenchimento. No final, inspeção a 100% tem custos elevados e resultados péssimos. A seleção de amostras de tamanho muito menor que a população enxuga os custos e acaba representando melhor as características da população. Amostragem também é necessária quando a inspeção necessita da destruição do item amostrado. Neste caso poucos itens vão para o laboratório para sofrer a verificação dos técnicos.

- Pergunta: Baseado na situação apresentada identifique no seu processo piloto os conceitos básicos aprendidos, apresentando-os no seu diário de bordo.

Fonte: Adaptado de (SAMOHYL, 2009)

Após esta fase inicial avançou-se para as metodologias estatísticas capazes de resumir um conjunto de dados. No contexto da pesquisa, essas metodologias foram introduzidas, a partir de uma questão simples: **Observando os dados coletados no processo piloto de sua área, seria possível eleger apenas um valor para representar ou dizer algo sobre esse processo?** Em seguida, questionou-se: **Como se posiciona esse dado em relação aos demais?** E ainda: **Como se comporta os demais dados em relação a este, eles são muito discrepantes uns dos outros?** As respostas a estas questões nos levaram às medidas de posição (ou de tendência central) e às medidas de dispersão que foram abordadas neste estudo.

Contextualizando, informou-se que a maioria dos dados apresenta uma tendência de se concentrarem em torno de um ponto central. As medidas de tendência central são valores que, de certa forma, e de maneira condensada, trazem consigo informações contidas nos dados estatísticos. Elas funcionam como uma espécie de “medidas-resumo”, pois nos passam a ideia do comportamento geral das observações estudadas. Podemos dizer ainda que elas são como valores de referência, em torno dos quais, os outros se distribuem.

A primeira delas é a Média Aritmética ou simplesmente média, certamente a mais popular entre as medidas de posição. É uma medida que funciona como o ponto de “equilíbrio” de um conjunto de dados, é representada como \bar{X} (ler-se: xis barra), quando seu cálculo é feito a partir de dados amostrais.

Como no contexto da pesquisa os dados coletados foram de amostras de um processo apresentado de forma isolada e não tabelada, admitiu-se que a média fosse calculada como a soma de todos os valores coletados ($x_1+x_2+\dots+x_n$) dividida pela quantidade de valores coletados (n).

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Objetivamente, a média busca representar um conjunto de dados indicando a partir deles um valor central mais representativo. Contudo, um problema que pode ocorrer às vezes é que a média perde a sua representatividade quando, entre os dados, existem valores muito diferentes dos outros. Esses valores discrepantes levam a média para longe da tendência central dos dados. Uma maneira de resolver o problema da distorção seria simplesmente eliminando estes números discrepantes, no entanto não se recomenda este caminho por causa do grau de arbitrariedade.

Para resolver a distorção de números discrepantes e assimétricos, temos a segunda medida de posição abordada, a mediana, o número no meio dos números (ou a média dos dois números no meio). Numa relação de números ordenados do maior para o menor (ou vice-versa) existe um número que separa todos os números em dois grupos iguais, os números maiores que a mediana e os números menores. Quando o número de dados é ímpar a mediana é exatamente o número no meio dos números ordenados, sem a necessidade de calcular a média dos dois números no meio. Os analistas argumentam que a mediana é melhor do que a média para representar a tendência central dos números na presença de dados muito diferentes que os outros. Isso ocorre porque a mediana é insensível aos valores muito grandes ou muito pequenos.

Outra medida de posição abordada foi a Moda, que num conjunto de dados é o elemento que ocorre com maior frequência, isto é, o elemento mais comum. A moda pode não existir (quando todos ocorrem com a mesma

frequência) e, mesmo que exista, pode não ser única (quando há mais de um elemento com frequência máxima). Dentre as três medidas de tendência central, a moda é a única que pode ser usada quando as variáveis são qualitativas nominais (sexo, cor dos olhos, fumante/não fumante, doente/sadio, etc.). Contudo, vale salientar que tanto a moda quanto a mediana são mais difíceis de calcular quando a amostragem possui um grande número de dados, pois elas exigem a ordenação dos dados, o que é custoso nesses casos. Já a média é sempre definida num conjunto numérico, leva em conta todos os dados do conjunto, e é melhor justamente em amostras grandes, porque num conjunto pequeno de medidas, se houver uma com valor muito diferente dos demais (seja muito maior ou menor), isso irá causar um viés do valor médio em direção a esse valor destoante dos demais.

No contexto da pesquisa, a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico acerca das medidas de posição mostradas foram desenvolvidos a partir da situação 2 apresentada no Quadro 18, a seguir.

Quadro 18: Situação 2 contextualizada acerca de Medidas de Posição

SITUAÇÃO 2: Elenque na tabela a seguir os 15 dados que serão utilizados para cálculos do CEP em seu processo piloto.

Sobre esses dados responda em seu diário de bordo:

- 1 – Seria possível eleger apenas um valor para representar ou dizer algo sobre esse processo?**
- 2 – Como se posiciona esse dado em relação aos demais?**
- 3 – Como se comporta os demais dados em relação a este, são muito discrepantes uns dos outros (próximos ou distantes)?**
- 4 – Qual o valor da média, mediana e da moda desses dados?**
- 5 – Após as discussões levantadas, qual destas medidas representa melhor o processo?**
- 6 – Qual o comportamento da distribuição dos seus dados?**

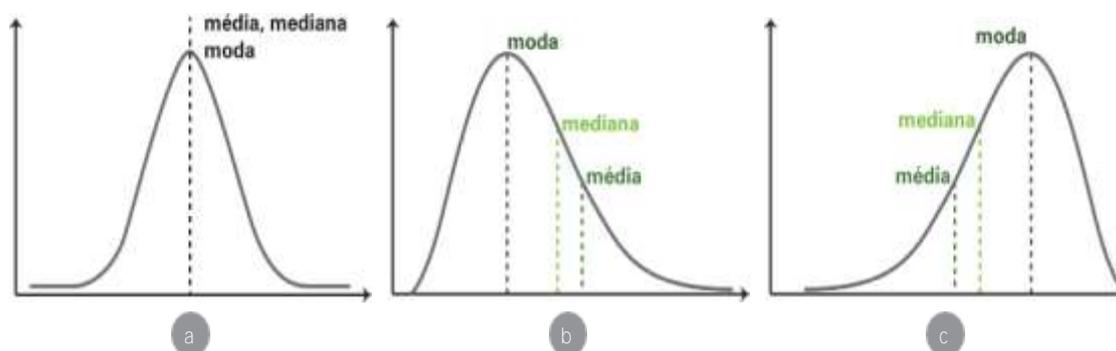
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Contextualizando a sexta questão da Situação 2, esclarece-se que no caso de uma distribuição unimodal (uma única moda) simétrica as três medidas de tendência central terão valores bem próximos, e no caso perfeitamente simétrico elas irão sempre coincidir. Isso não ocorre se a distribuição for assimétrica ou multimodal. Segundo Muniz (2014), para curvas de frequência (histograma) unimodal moderadamente assimétricas, seja com viés positivo ou negativo, existe uma relação empírica que relaciona os valores dessas três medidas:

$$\text{Média} - \text{Moda} = 3 (\text{Média} - \text{Mediana})$$

A Figura 4 apresenta uma ilustração aproximada das posições relativas dessas três medidas de tendência central para diferentes distribuições.

Figura 4: Comparação das posições das medidas de tendência central em diferentes distribuições.



Fonte: (MUNIZ, 2014).

Observa-se em (a) que a distribuição é perfeitamente simétrica: todas as medidas coincidem. Já em (b) e (c) as distribuições são assimétricas, enviesadas à esquerda e direita, respectivamente, nesses casos as posições da média, mediana e moda são diferentes e seguem aproximadamente a relação empírica apresentada anteriormente.

Destaca-se que as medidas de posição descrevem características dos valores numéricos de um conjunto de observações em torno de um “ponto de equilíbrio” dos dados. Nenhuma delas informa sobre o grau de variação ou dispersão desses valores em relação à média e sabe-se que em um grupo de

dados, os valores numéricos não são necessariamente semelhantes e apresentam desvios em relação à tendência central. Nesses casos, as medidas de dispersão quantificam a variação dos dados em relação à média e o seu grau de representatividade, isto é, fornecem uma medida da significância e/ou confiabilidade do valor médio de um conjunto de números.

Quando os números são sempre próximos à média, isso significa que a tendência central representa bem os dados. No entanto, se alguns números ficam longe da média, então a média não representa muito bem todos os dados. A ideia de variabilidade é muito importante para o CEP, pois no contexto de um processo variações muito grandes podem implicar em refugos e retrabalhos, significando custos elevados e baixa qualidade.

Existem várias medidas de dispersão ou de variação. Algumas das mais comuns e que se tornaram alvos deste estudo foram: a amplitude total, o desvio médio, a variância e o desvio-padrão. A amplitude total (Δ), também conhecida como range (R), de um conjunto de valores $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ é a diferença entre os valores mais altos e os mais baixos do conjunto, desconsiderando como estes valores estão distribuídos.

$$\Delta = (x_{max} - x_{min})$$

Como a amplitude usa apenas os valores máximo e mínimo, é muito sensível a valores extremos, demonstrando apenas a variabilidade da amostra, sem compará-la a nenhuma outra medida, porém, para melhorar a medida de variabilidade devemos considerar todos os dados disponíveis e a melhor forma de se fazer isso é considerar o desvio de cada valor (x_i) em relação à média (\bar{X}). Contudo, como queremos um resumo da variabilidade, devemos fazer a soma desses desvios (\sum), mas a soma dos desvios é sempre zero, e sendo assim, temos duas alternativas:

- Considerar o total dos desvios absolutos (em módulo)

$$\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

- Considerar o total dos quadrados dos desvios

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

O uso desses totais pode causar dificuldades quando comparamos conjuntos de dados de tamanhos diferentes. Desse modo é mais conveniente exprimir essas medidas como médias (dividindo as somas por n). Assim temos o Desvio médio e a Variância.

O conceito de desvio em estatística está diretamente ligado ao conceito de erro de medidas ou variabilidade (nos casos em que as diferenças decorrem de razões naturais). Em geral, ao fazer uma medida, não se conhece o seu "valor verdadeiro". A estimativa desse valor é dada pela média das medidas. Em termos estatísticos, o desvio é definido como a diferença entre o valor de uma medida e o valor médio do conjunto de medidas onde ela se inclui. O desvio médio mede o afastamento dos dados em relação à média e é definido como a média aritmética dos desvios em módulo (valor absoluto):

$$DM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

Pode-se definir também o desvio mediano absoluto simplesmente substituindo a média aritmética pela mediana na definição acima. Os desvios mediano e médio utilizam a função modular para calcular o valor absoluto dos desvios, e assim evitam o cancelamento mútuo entre os valores positivos e negativos dos desvios. Devido, porém, às suas características matemáticas, o uso da função módulo é menos conveniente no estudo das propriedades dos desvios estatísticos. Por isso, é mais comum o uso de outra medida de dispersão que utiliza o quadrado dos desvios em relação à média: a variância.

A variância é uma medida de dispersão estatística que indica "o quão longe" em geral os valores se encontram do valor esperado (média). Pode ser representada por dois símbolos:

- **σ – variância populacional:** usada quando for possível observar todos os dados que compõem o universo que desejamos analisar.
- **s – variância amostral:** aplica-se a uma série que se trata de uma amostra de um conjunto muito maior. Portanto a variância da amostra refere-se à parcela de dados retirados de um grande universo da qual desejamos obter informações e/ou conhecimento.

Neste estudo, pelas características dos dados coletados, adotou-se apenas a variância amostral que é dada por:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

A variância amostral (s^2) é considerada um estimador não tendencioso da variância populacional. É utilizada em diversos métodos estatísticos e caracteriza todas as distribuições de probabilidade. No entanto, as unidades da variância são diferentes das unidades dos dados originais (são medidas ao quadrado, como notas ao quadrado ou cm^2) o que dificulta a comparação direta entre essa medida e o conjunto de dados originais. Contudo, ela é muito útil, e resolve a questão dos valores absolutos (positivos) dos desvios. Vale destacar que para solucionar as desvantagens apresentadas pela variância, utiliza-se o desvio-padrão.

O desvio-padrão amostral é simplesmente a raiz quadrada da variância amostral. Assim, para o conjunto de N valores $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, o desvio-padrão é definido por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

O desvio-padrão é uma medida de variação de todos os dados em relação à média. Sobre ele, cabe destacar algumas propriedades:

- É sempre positivo ou nulo (por indicar distância);
- Valores mais distantes da média tem desvio padrão maiores, valores mais próximos da média tem desvio padrão menores; E a inclusão de valores extremos pode afetar drasticamente o valor do desvio padrão;
- A unidade do desvio-padrão é a mesma dos dados originais;
- Desvio-padrão amostral (representado pela letra s) indica uma medida de dispersão dos dados em torno da média amostral;
- Em geral, apenas os efeitos de dois desvios-padrão distantes do esperado são considerados estatisticamente significativos.

Contextualizando as medidas de dispersão é importante destacar que o desvio-padrão é uma medida muito útil da dispersão de um conjunto de dados (amostra ou população), caracterizando a confiabilidade desse conjunto de

medidas. De fato, se as fontes de incerteza ou erros são pequenas e aleatórias, num conjunto de muitas medidas, os valores estarão distribuídos em torno do valor médio, seguindo uma distribuição normal (gaussiana). É isso que nos permite, na prática, adotar o desvio padrão como uma boa estimativa do erro ou incerteza de um conjunto de medidas.

Mas o que seria um “erro estatístico”? Sabemos que a palavra “erro” em estatística tem um significado científico que é diferente do coloquial “engano”. Nesta ciência, os erros de medidas não são “enganos” ou “falhas”, mas representam uma inevitável incerteza que acompanha toda e qualquer medida, por mais bem feita que ela seja. Destaca-se a existência de dois tipos de erros de medida: os aleatórios ou estatísticos e os erros sistemáticos. Em ambos, é possível contar com a análise estatística para ajudar-nos a quantificar e minimizar as incertezas das medidas. No contexto desta pesquisa, trataremos as palavras “erro” e “incerteza” como sinônimos, representando o desconhecimento ou ignorância a respeito do valor exato de certa grandeza medida experimentalmente.

Em contraste, é necessário fazer uma importante distinção entre outras duas palavras que serão adotadas neste estudo: exatidão e precisão. Para entendê-las melhor, apresentamos no Quadro 19 a situação 3 abordada com os sujeitos da pesquisa.

Quadro 19: Situação 3 contextualizada acerca de Medidas de Dispersão

*SITUAÇÃO 3: Suponhamos que dois aprendizes tenham acompanhado uma prática de laboratório, onde mediram o período de oscilação de um pêndulo. Cada um fez, cuidadosamente, o seu próprio conjunto de medidas usando os mesmos instrumentos. Em princípio, parece razoável imaginar que ambos deveriam encontrar os mesmos resultados. Mas será que isso é mesmo razoável? Se ambos os aprendizes usaram o mesmo método de medida, o mesmo pêndulo e cronômetros idênticos, a expectativa é, de fato, a de que encontrem valores parecidos. **Mas será que esses valores serão exatamente os mesmos? Como, então, avaliar a melhor medida? Em quem devemos confiar?** Se quisermos ser objetivos, a melhor alternativa é pedir aos aprendizes que mostrem seus resultados medidos, já que uma única medida não nos permite avaliar completamente a incerteza associada a ela. **Os dados seguem apresentados abaixo, respondam as questões em negrito a partir destes dados e em seguida registrem em seu diário de bordo os***

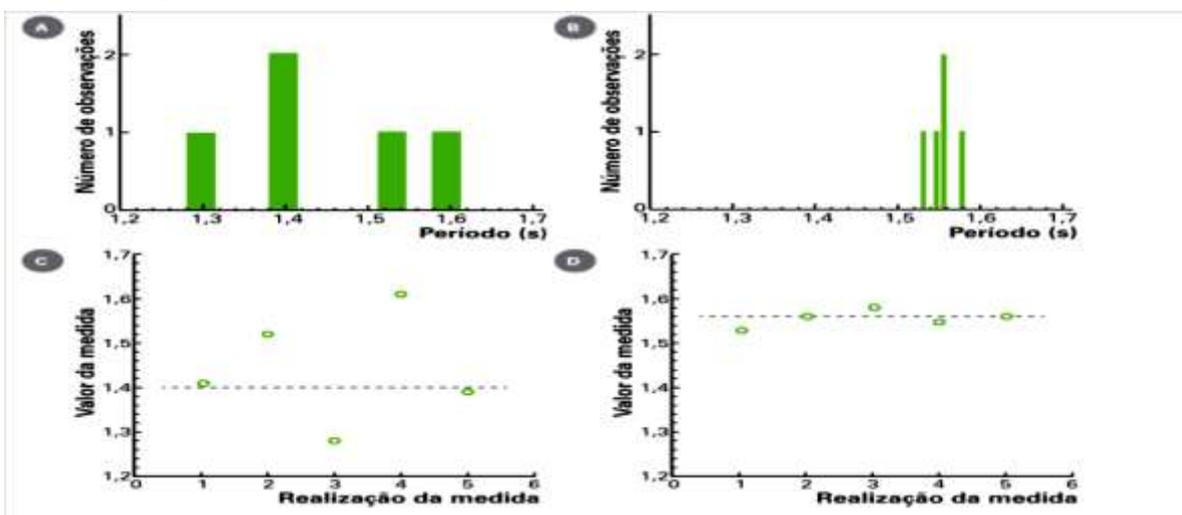
valores correspondentes às medidas de variabilidade (amplitude, desvio médio, variância e desvio padrão) dos dados coletados em seus processos pilotos.

	Período de oscilação de um pêndulo em segundos (s)				
Medidas aprendiz A:	1,41 s	1,52 s	1,28 s	1,61 s	1,39 s
Medidas aprendiz B:	1,53 s	1,56 s	1,55 s	1,58 s	1,56 s

Fonte: Adaptado de (MUNIZ, 2014).

Pelos resultados obtidos pelos aprendizes percebemos imediatamente que, embora ambas tenham três dígitos, as medidas B parecem ser, de fato, mais precisas, pois a faixa de variação dos valores é menor do que a dos observados nas medidas A. Essas observações intuitivas (baseadas apenas no senso comum) estão corretas, mas como expressar isso de forma quantitativa? Para entender melhor a relação entre essas medidas e os conceitos de exatidão e precisão, fez-se uso das ferramentas de visualização (gráficos) ou representação gráfica, que nos ajudaram a perceber isso de forma mais clara.

Figura 5: Representações Gráficas das medidas do Quadro 19



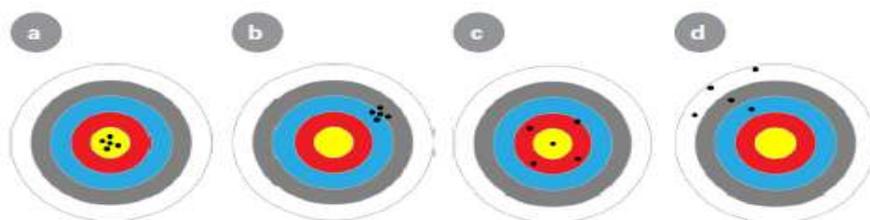
Fonte: (MUNIZ, 2014).

A Figura 5 mostra diferentes maneiras de representar um conjunto de medidas experimentais, todas úteis para mostrar a variação e dispersão dos dados. Os gráficos (A) e (B) representam um histograma com a distribuição (frequência) com que os valores são observados numa certa faixa. Os gráficos

(C) e (D) mostram os valores medidos em cada realização do experimento. A linha tracejada indica o valor médio de cada conjunto de medidas. A distribuição (distância) dos pontos em torno do valor médio dá uma ideia da dispersão (variação) da medida.

Observa-se, claramente, pelos gráficos da Figura 5, aquilo que o Quadro 19 havia indicado. Graficamente, porém, fica mais fácil perceber que o conjunto de medidas B tem uma “dispersão” muito menor, em torno de um valor central. Nota-se, por exemplo, que no gráfico (D), os valores medidos se distribuem numa região bem menor em torno da reta pontilhada, que indica o valor médio daquele conjunto de medidas. Sendo assim, a dispersão (variabilidade) dos valores medidos está associada à precisão da medida. Quanto menor a dispersão ou faixa de valores incertos, maior será a precisão da medida. Mas e exatidão? Seria correto dizer que as medidas B têm também maior exatidão do que as medidas A? A resposta, na verdade, é negativa. Para entender isso, recorre-se ao conceito intuitivo do que significa dizer que um valor é exato. Para a maioria das pessoas esse conceito é claro: ele quer dizer que o valor medido corresponde ao valor “correto” ou verdadeiro da grandeza. Em outras palavras quer dizer que não há incertezas associadas àquele valor. No caso das medidas, o termo exatidão corresponde ao quão próximo do valor “correto”, ou assumido como verdadeiro, uma medida ou conjunto de medidas realmente é do valor aceito como o correto. Note que esse é um conceito bem diferente do conceito de precisão, que está relacionado à dispersão (ou desvio estatístico) das medidas. O diagrama clássico a seguir ilustra bem a distinção entre os dois conceitos.

Figura 6: Diagrama Alvo de Tiros ilustrando exatidão e precisão



Fonte: (MUNIZ, 2014).

Observando a Figura 6, na qual é mostrado um alvo de tiros, onde os pontos indicam o local de acerto dos tiros em cada caso, inferimos que: (a)

Representa um conjunto preciso e exato, enquanto (b) é preciso, mas pouco exato, pois a dispersão é pequena, mas está longe do centro do alvo. (c) Representa uma situação menos precisa, porém, cujo valor médio é razoavelmente exato (próximo do centro do alvo). Finalmente, (d) representa a situação onde há imprecisão e pouca exatidão.

No caso das medidas, em relação aos tipos de erros, a exatidão é mais afetada pelos erros sistemáticos enquanto a precisão está ligada ao desvio estatístico dos erros aleatórios. Enquanto o segundo sempre pode ser melhorado com um número maior de medidas, o primeiro não pode. Na prática, porém, a determinação da exatidão, e por consequência dos erros sistemáticos, não é tão simples como indicado na Figura 6, pois, ao fazer uma medida, em geral, não se conhece o seu valor verdadeiro (não há alvo). Esse valor só pode ser “inferido” a partir do valor mais provável das medidas, que usualmente é tratado com a média.

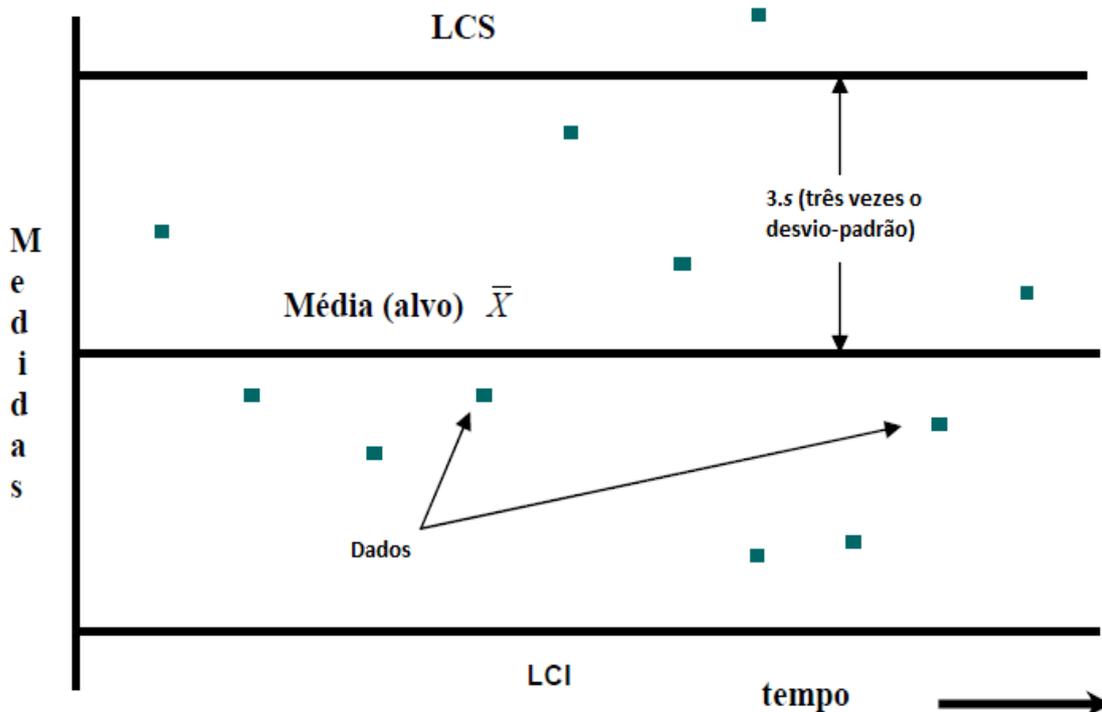
Assim, no Controle Estatístico de Processo (CEP), se o Responsável pelo Processo possui pelo menos duas medidas para analisar seu desempenho: a média e o desvio padrão, ele possui as condições para controlá-lo. Por exemplo, se a média tende a subir ou o desvio padrão aumenta através do tempo são sinais claros de deterioração do desempenho do processo e isto deve despertar providências pela gestão. Sem contar que, os dados individuais comparados a essas medidas, também podem indicar sinais para intervenções gerenciais, pois dados que se destacam longe da média (ou seja, dispersos) precisam ser investigados.

Sistematizando, para a Etapa 10 da implantação do controle estatístico de processo na INB/Caetité, isto é, para a construção das cartas de controle e para o estabelecimento dos limites dos processos, serão adotadas como medidas básicas a média e o desvio padrão dos dados coletados na Etapa, no contexto das cartas de controle ou gráficos de controle desenvolvidos por Shewart.

3.3.2 Implementação da ferramenta CEP: os Gráficos de Controle

Em termos gerais, esses gráficos são utilizados na detecção de alterações inusitadas de uma ou mais características de um processo ou produto. O gráfico consiste em a plotagem de três linhas, onde periodicamente registram os dados medidos de alguma característica importante de um processo (peso, comprimento, volume, etc.), ou o número ou percentagem de peças defeituosas ou número de defeitos. As três linhas representam dois limites de controle, um superior (LCS) e outro inferior (LCI), e uma linha no meio a qual é a média da variável ou o alvo da característica. Tradicionalmente, as linhas de controle ficam numa distancia de três desvios-padrão da média ou alvo do processo. O uso de três é um pouco arbitrário, mas na prática funciona bem na maioria dos casos. Os limites definem uma área razoavelmente grande que vai evitar alarmes falsos, conforme Figura 7 abaixo:

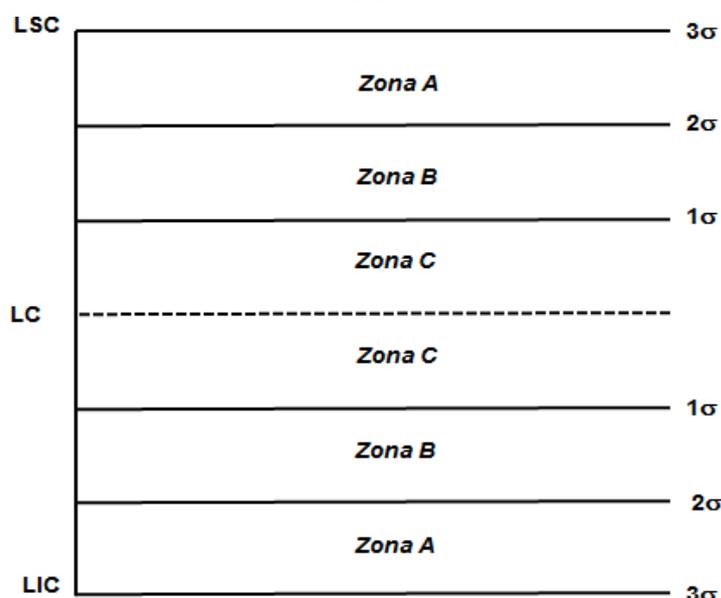
Figura 7: Gráfico de Controle em formato conceitual



Fonte: (SAMOHYL, 2009)

Segundo Montgomery (2004), diz-se que um processo está “sob controle estatístico” quando os valores ou pontos amostrais estão contidos entre os limites principais (LCI e LCS). Contudo, mesmo que não haja pontos que extrapolem os limites inferior e superior, um comportamento sistemático ou não aleatório dos pontos pode indicar que um processo está fora de controle. Muitas vezes, é vantajoso construir a carta de controle acrescentando entre os limites principais, limites de alerta de 1 e 2 desvios-padrão, conforme figura 8, pois estes limites ao formar três regiões no gráfico, auxiliam na detecção de alguns padrões que poderão indicar que o processo esteja fora de controle. (ver figura 9).

Figura 8: Carta de controle com linhas correspondentes aos desvios 1, 2 e 3 e 3



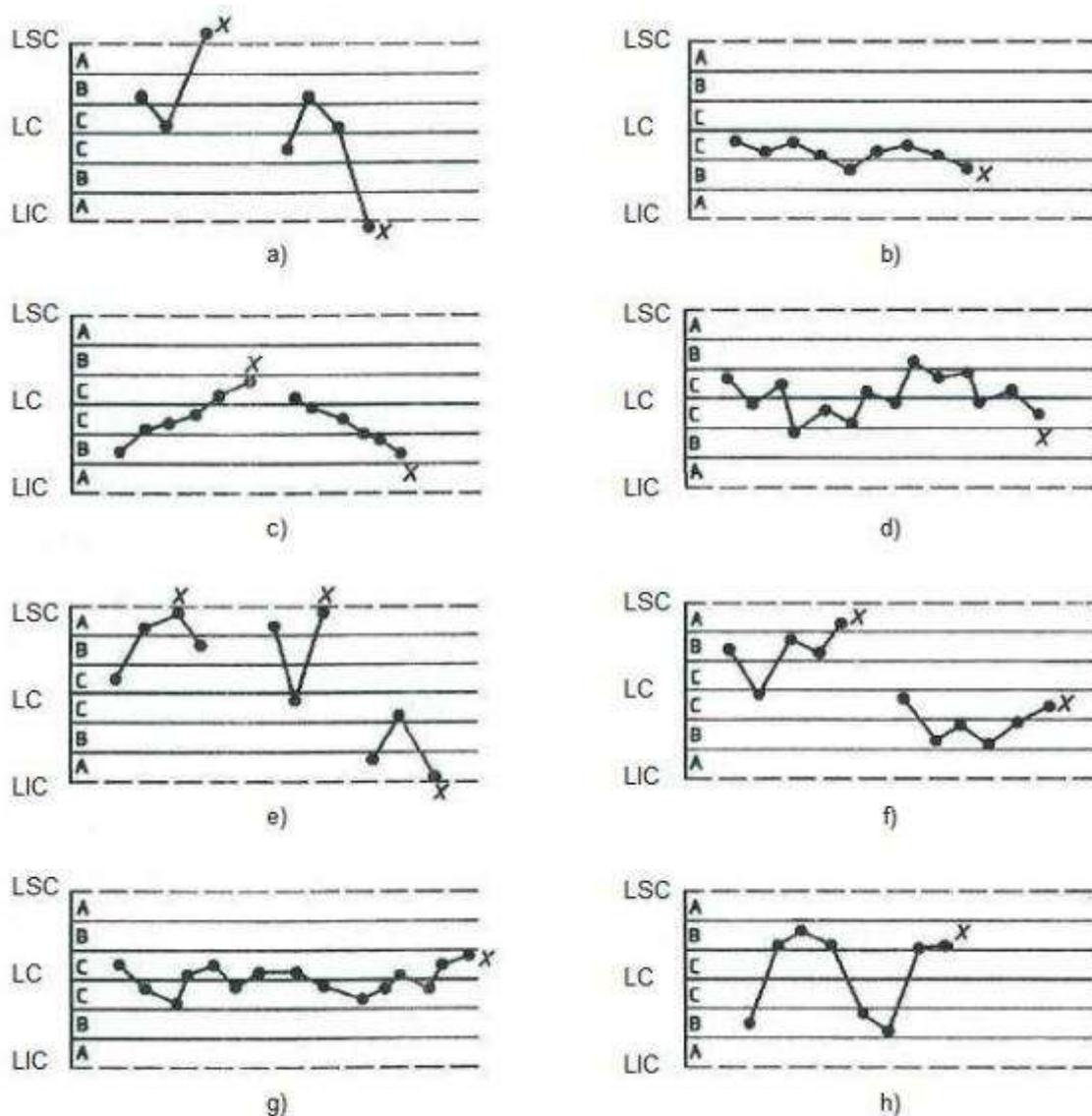
Fonte: Instituto Adolf Lutz, 2013.

Na figura 9 apresentam-se situações que caracterizam processos “fora de controle estatístico”, conforme critérios suplementares definidos pela norma ISO 8258 – Shewhart Control Charts:

- 1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC;
- 9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC;
- 6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo;
- 14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo;
- 2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela;

- f) 4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela;
- g) 15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC);
- h) 8 pontos consecutivos na zona B.

Figura 9: Características de gráficos de processos fora de controle



Fonte: Adaptado da norma ISO 8258.

Segundo Montgomery (2004), esses critérios suplementares geralmente são utilizados até que o processo esteja sob controle estatístico. Depois disso, pode-se adotar apenas o critério básico (1 ou mais pontos fora dos limites de controle). Vale ressaltar que para que as variações observadas nos critérios

suplementares apresentados na figura 9 ocorram existem algumas fontes de contribuição, entre elas: máquinas, métodos, materiais, meio ambiente, mão-de-obra e meios de medição. Estas causas de variação que podem ser classificadas em dois tipos:

- Causas comuns são as causas de variação inevitáveis, inerentes à variação do processo produtivo e individualmente de pequena significância e difíceis de identificar.

As deficiências do processo representam 85% dos problemas, são de responsabilidade dos gerentes e só podem ser eliminados com a intervenção direta da alta administração; exemplos de causas comuns são: equipamento inadequado e/ou obsoleto, métodos inadequados ou incorretos, ambiente de trabalho impróprio (iluminação, umidade, temperatura. (NUNES, 2001, p.11).

- Causas especiais são as causas de variação de grande significância e de fácil identificação, por serem derivadas da atuação de variáveis específicas e controláveis pela técnica composta de uma ferramenta principal, chamada gráficos de controle.

Causas especiais são fontes de dispersão que geram desvios esporadicamente, não pertencem ao contexto do processo, são perfeitamente identificáveis e podem ser rastreadas até sua origem. As causas especiais representam 15% dos problemas, são de responsabilidade do operador e do supervisor, podem ser eliminadas pela implantação de medidas corretivas decididas nesse nível hierárquico” (NUNES, 2001, p.11).

Segundo Werkena (1995) é importante salientar que os gráficos de controle são classificados em:

- **Gráfico de controle para variáveis**, quando a característica da qualidade é expressa por um número em uma escala contínua de medidas, são exemplos: gráficos de controle pra o rendimento de uma reação química, tempo de entrega de um produto ao cliente, dimensões de peças, volume e peso.
- **Gráfico de controle para atributos**, quando as medidas representadas no gráfico resultam de contagens do número de itens do produto (escala discreta) que apresentam uma característica particular de interesse, as

medições destes são feitas por inspeção visual, calibradores, passa-não-passa, bom ou ruim, entre outros, são exemplos: gráficos de controle de peças para o número de peças cujos diâmetros não satisfazem as especificações (peças defeituosas), número de roupas danificadas em uma lavanderia, etc..

Entende-se que o gráfico de controle para variáveis registra as características mensuráveis do produto ou serviço, já o gráfico de controle por atributo registra as características não mensuráveis. Na Figura 20, Drain *apud* Pozzobon (2001) resume os tipos de cartas de controle e suas unidades de medidas.

Figura 10: Tipos de gráficos de controle e suas respectivas medidas

<i>Nome do Gráfico</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Tipos</i>
<i>Gráficos de controle indicados para indústrias de manufatura em geral.</i>		
X-barra	<i>Médias do conjunto de medidas.</i>	<i>Variáveis</i>
<i>Amplitude (R)</i>	<i>Amplitudes do conjunto de medidas.</i>	<i>Variáveis</i>
<i>Desvio Padrão (S)</i>	<i>Desvio padrão do conjunto de medidas.</i>	<i>Variáveis</i>
Individuais	<i>Medidas individuais</i>	<i>Variáveis</i>
Np	<i>Número de unidades defeituosas em uma amostra de tamanho fixo.</i>	<i>Atributo</i>
P	<i>Proporção de unidades defeituosas em uma amostra de tamanho variável.</i>	<i>Atributo</i>
C	<i>Número de defeitos em uma amostra de área fixa.</i>	<i>Atributo</i>
U	<i>Densidade de defeitos derivados das amostras de área variável.</i>	<i>Atributo</i>

Fonte: (POZZOBON, 2001).

Os dados coletados pelos sujeitos da pesquisa nos processos pilotos, conforme o Quadro 16, requereram para suas representações ambos os tipos de gráficos de controle e sendo assim, fez-se necessário capacitarmos os

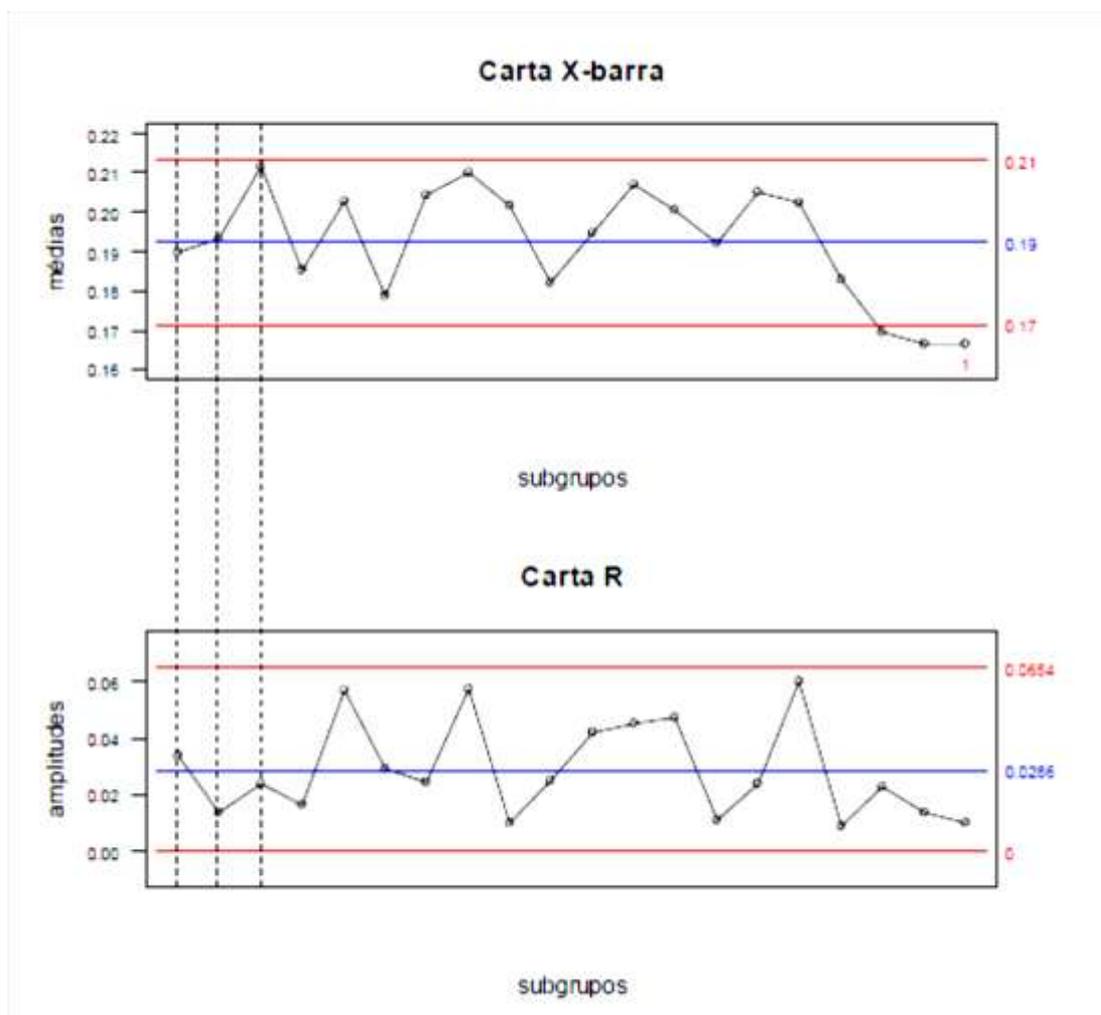
aprendizes nas duas ferramentas. Alinhado com o objetivo de promover aprendizagem estatística nos referidos sujeitos e atender ao anseio da empresa na implantação do CEP, optou-se por desenvolver na Etapa 10 o controle de variáveis através das cartas: X-barra associada às cartas de Amplitude (R) e Desvio-padrão (S), além das cartas Individuais associada a de Amplitude Móvel (MR); para o controle por atributos: o gráfico C de não conformidades. Dentre os processos pilotos controlados pelos aprendizes, conforme quadro 16, em apenas dois (controlados por J8LAV e J10LIC) adotou-se, na Etapa 10, gráficos por atributos, os demais foram controlados pelas cartas de variáveis mencionadas anteriormente.

Nesse contexto faz-se necessário retomar, inicialmente, o conceito de variáveis, que podem ser entendidas como características de qualidade que são mensuráveis, como, por exemplo: o número de impressões, o número de saída de galões de água, a quantidade de Ordens de Serviços abertas e fechadas, etc. As cartas para variáveis, mais especificamente, as cartas para \bar{x} (média) e R representam a aplicação clássica de controle de processo. As variáveis podem ser usadas para monitorar a localização (\bar{X} e I) e a dispersão (R, MR e S).

Quando são empregadas variáveis quantitativas contínuas no controle estatístico de processo, é necessário controlar/monitorar tanto o valor médio quanto a variabilidade do processo. O controle da média do processo é realizado por meio da carta de controle para médias (\bar{X}) ou por meio da carta de controle para valores individuais (I), quando não houver medidas replicadas dentro dos subgrupos. A variabilidade do processo pode ser monitorada por meio da carta de controle para amplitude (R) ou desvios padrão (S) ou ainda, da carta de controle para amplitudes móveis (MR) quando não houver medidas replicadas dentro dos subgrupos. Como é necessário manter o controle tanto sobre a média quanto sobre a variabilidade do processo, as cartas devem ser usadas em conjunto e sendo assim, neste estudo, optou-se pelos pares: \bar{X} e S, \bar{X} e R e por fim, I e MR.

É recomendável que os resultados das médias (ou dos valores individuais) e das amplitudes (ou dos desvios-padrão) nas cartas de controle estejam alinhados, ou seja, os dados correspondentes estejam na mesma linha pontilhada vertical, conforme Figura 10.

Figura 11: Exemplo de Cartas X-Barra e R com alinhamento entre os dados correspondentes no mesmo subgrupo.



Fonte: Instituto Adolf Lutz, 2013

3.3.2.1 Cartas de Controle para Variáveis

O Manual para elaboração de Cartas de Controle para monitoramento de processos de medição quantitativos do Instituto Adolfo Lutz estabelece procedimentos para avaliar desempenho de processos por meio de cartas de controle, as quais mostram a variação da característica de interesse em função do tempo. Estes procedimentos são fundamentados nas normas ISO 8258: Shewhart control charts, 1991 e ISO 7870-4: Control charts – Part 4: Cumulative sum charts, 2011. Utilizou-se o referido Manual como fundamentação teórica para construção das cartas para variáveis adotadas neste estudo.

I. Cartas Média (\bar{X}), Amplitude (R) e Desvio-Padrão (S)

Supondo-se que uma característica tenha distribuição normal com média \bar{X} , amplitude R e desvio-padrão S finito, todos conhecidos, se amostras de tamanho n são extraídas dessa população, assume-se que a distribuição das médias amostrais é normal pelo Teorema do Limite Central. Esse teorema indica que a soma (e, por conseguinte, a média) de n variáveis independentes seguirá o modelo Normal, independentemente da distribuição das variáveis individuais. A partir do Teorema do Limite Central, sabe-se que a distribuição amostral das médias apresenta os seguintes parâmetros:

- $\bar{\bar{X}} = \bar{X}$, onde:
 $\bar{\bar{X}}$ representa a média das médias amostrais;
 \bar{X} representa a média dos valores individuais da amostra.
- $S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ onde:
 $S_{\bar{X}}$ representa o desvio-padrão das médias amostrais;
 S representa o desvio-padrão dos valores individuais da amostra;
 n representa o tamanho da amostra.

Como pode ser visto, a média das médias amostrais é igual à média dos valores individuais e o desvio-padrão das médias é menor do que o desvio-padrão dos valores individuais na razão de $\frac{1}{\sqrt{n}}$.

Quando são conhecidos os valores de referência \bar{X} e S de uma distribuição, sabe-se que os resultados são normais e distribuem-se em torno da média, aproximadamente, nas seguintes proporções: 68% dos valores no intervalo entre $\bar{X} \pm S$; 95% no intervalo entre $\bar{X} \pm 2S$, e 99,7% no intervalo entre $\bar{X} \pm 3S$. Consequentemente, diferenças entre um valor observado “x” e a média “ \bar{X} ”, maiores do que $\pm 3S$, são esperadas apenas três vezes em cada mil observações, por isso, a faixa de variabilidade “normal” no processo sob controle é, geralmente, estabelecida em $\bar{X} \pm 3S$.

Quando na prática \bar{X} e S não são conhecidos, precisam ser estimados a partir de amostras ou subgrupos preliminares, retirados quando o processo

supostamente estava sob controle. Tais estimativas devem se basear em, pelo menos, 15 a 25 amostras.

Outra pressuposição para o uso de cartas de controle \bar{X} e R (média e amplitude) ou \bar{X} e S (média e desvio padrão) é que a variabilidade das medidas permaneça constante e aceitável. Esta suposição é verificada por meio da carta de controle de amplitude (carta R) ou de desvio padrão (carta S). Por isso, os gráficos \bar{X} devem ser implementados simultaneamente com R ou S.

As cartas \bar{X} e R são utilizadas em subgrupos que possuem número de replicatas entre 2 e 9. Na prática, este número situa-se entre 4 e 6. À medida que o tamanho do subgrupo aumenta, a sensibilidade da amplitude como estimador do desvio padrão do processo diminui. Assim, a carta \bar{X} e S é mais adequada do que a carta \bar{X} e R quando o número de replicatas é maior ou igual a 10. Se a carta de controle de amplitudes for usada quando $n=10$ replicatas, toda informação da amostra compreendida entre os dois valores extremos será ignorada.

Supondo-se que haja n subgrupos, cada um com n replicatas, \bar{x}_n , R_n , e S_n (a média, a amplitude e o desvio padrão do n -ésimo subgrupo, respectivamente) temos que o cálculo das médias dessas medidas são os melhores estimadores de \bar{X} , R e S e devem ser calculados de acordo com as equações que se seguem respectivamente:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \cdots + \bar{x}_n}{n}$$

onde $\bar{\bar{X}}$ é o LC do gráfico \bar{X}

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n}{n}$$

onde \bar{R} é o LC do gráfico R.

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + \cdots + s_n}{n}$$

Onde \bar{s} é o LC do gráfico S.

Como no âmbito deste trabalho os valores de referência em cada processo não são conhecidos, para o cálculo dos limites superior e inferior (LSC e LIC, respectivamente) dos pares de gráficos adotados neste estudo, utilizam-se os estimadores \bar{x} , \bar{R} e \bar{s} associados, conforme equações abaixo, a valores tabelados pela ISO 8258 – Shewhart Control Charts para estes tipos de cartas. O Quadro 20 a seguir, apresenta os valores das constantes nos cálculos dos limites de controle das cartas a serem elaboradas pelos aprendizes nesta pesquisa.

Quadro 20: Coeficientes para cálculo dos Limites de Controle do CEP
adaptada da ISO 8258 – Shewhart Control Charts

n	Fatores para Limites de Controle											Fatores para Linha Central			
	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	c ₄	1/c ₄	d ₂	1/d ₂
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,7979	1,2533	1,128	0,8865
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,8862	1,1284	1,693	0,5907
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,9213	1,0854	2,059	0,4857
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,9400	1,0638	2,326	0,4299
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,9515	1,0510	2,534	0,3946
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,9594	1,0423	2,704	0,3698
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,9650	1,0363	2,847	0,3512
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,9693	1,0317	2,970	0,3367
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,9727	1,0281	3,078	0,3249
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,9754	1,0252	3,173	0,3152
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,9776	1,0229	3,258	0,3069
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,9794	1,0210	3,336	0,2998
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,9810	1,0194	3,407	0,2935
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,9823	1,0180	3,472	0,2880
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,9835	1,0168	3,532	0,2831
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,9845	1,0157	3,588	0,2787
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,9854	1,0148	3,640	0,2747
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,9862	1,0140	3,689	0,2711
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,9869	1,0133	3,735	0,2677
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,9876	1,0126	3,778	0,2647
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,9882	1,0119	3,819	0,2618
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,9887	1,0114	3,858	0,2592
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,9892	1,0109	3,895	0,2567
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,9896	1,0105	3,931	0,2544

n = número de replicatas

Fonte: Instituto Adolf Lutz, 2013.

A. Para o par \bar{X} e R

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Limites para Carta \bar{X}

$$LSC = D_4 \bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LIC = D_3 \bar{R}$$

Limites para Carta R

onde A_2 , D_3 e D_4 são constantes no Quadro 20.

B. Para o par \bar{X} e S

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$$

Limites para Carta \bar{X}

$$LSC = B_4 \bar{s}$$

$$LC = \bar{s}$$

$$LIC = B_3 \bar{s}$$

Limites para Carta S

onde A_3 , B_3 e B_4 são constantes do Quadro 20.

No âmbito desta pesquisa a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico acerca da construção desses pares de cartas de controle, foram desenvolvidos pelo sujeito J2RAD a partir da situação contextualizada apresentadas no Quadro 21, a seguir:

Quadro 21: Situação 4 contextualizada acerca das cartas de controle \bar{X} e S ou R

<i>SITUAÇÃO 4 – Os dados coletados por J2RAD em seu processo revelam:</i>							
m	Replicatas					Média	Desvio Padrão
	1	2	3	4	5		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
Médias Gerais:							

Construa as cartas de controle \bar{X} e S ou X e R para o processo em questão, definindo com o apoio da tabela da ISO 8258 – Shewhart Control Charts, os limites de referência para o seu processo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

II. Cartas Individuais (I) e de Amplitude Móvel (MR)

O emprego destas cartas de controle é útil quando não houver possibilidade de realizar replicatas nos subgrupos. Neste caso, o tamanho do subgrupo para monitoramento do processo $n=1$. Como não há replicações, não é possível estimar a variabilidade através da amplitude ou do desvio padrão de cada medição, por isso, usa-se a amplitude móvel (MR) de duas observações sucessivas como estimativa da variabilidade. A desvantagem do uso desta carta de controle é não ser tão sensível a pequenas alterações do processo, em relação às cartas \bar{X} e R ou \bar{X} e S.

Num grupo de n observações individuais, considere x_1, x_2, \dots, x_n as observações individuais de cada subgrupo. O melhor estimador para os valores individuais será a média desses valores, dada na seguinte equação:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

onde \bar{X} é o LC do gráfico I.

A amplitude móvel é definida como a diferença entre dois resultados sucessivos, assim: $MR_i = |MR_i - MR_{i-1}|$, para $i=2, 3, \dots, n$. Logo a amplitude móvel média será dada por:

$$\overline{MR} = \frac{MR_1 + MR_2 + MR_3 + \dots + MR_n}{n - 1}$$

onde \overline{MR} é o LC do gráfico MR.

Como no âmbito deste trabalho os valores de referência em cada processo não são conhecidos, para o cálculo dos limites superior e inferior (LSC e LIC, respectivamente) desse par de gráficos, utilizam-se os estimadores \bar{X} e \overline{MR} associados, conforme equações abaixo, a valores tabelados pela ISO 8258 – Shewhart Control Charts para estes tipos de cartas. O Quadro 20 traz esses valores de referência.

$$LSC = \bar{X} + E_2 \overline{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \overline{MR}$$

Limites para Carta I

$$LSC = D_4 \overline{MR}$$

$$LC = \overline{MR}$$

$$LIC = D_3 \overline{MR}$$

Limites para Carta MR

onde $E_2 = 3/d_2$ e d_2, D_3, D_4 são constantes do Quadro 20.

No âmbito desta pesquisa a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico acerca da construção deste par de cartas de controle, foram

desenvolvidos pelos sujeitos J1ADM, J3AMB, J4PRO, J5ALM, J6MAN, J7MAN e J9QUA a partir da situação contextualizada a seguir.

Quadro 22: Situação 5 contextualizada acerca das cartas de controle I e MR

<i>SITUAÇÃO 5 – Os dados coletados em seu processo revelam:</i>			
	Nº de Subgrupos m	Valores Individuais (I)	Amplitude Móvel
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	Médias		

Construa as cartas de controle I e MR para o processo em questão, definindo com o apoio da tabela da ISO 8258 – Shewhart Control Charts, os limites de referência para o seu processo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destaca-se que, antes de apresentação das situações 4 e 5, solicitou-se a todos os aprendizes a organização dos dados coletados em seus processos em planilhas do EXCEL, a partir da qual foram definidos as médias, amplitudes e desvios-padrão desses dados. Os resultados e a análise dessas situações seguem apresentadas no capítulo 4 deste estudo. Ressaltamos que a utilização do EXCEL no contexto desta pesquisa visava atender as habilidades estatísticas sobre uso de recursos tecnológicos no Quadro 2 do capítulo 2 deste estudo.

Ressalta-se que na Etapa 11 de implantação do CEP apresentada na Figura 3, o estudo dos processos pilotos a partir das cartas de variáveis

elaboradas foi baseado nos critérios suplementares definidos pela norma ISO 8258 – Shewhart Control Charts apresentados na Figura 9 deste estudo. No capítulo 4 apresentamos os resultados dessa etapa e seus desdobramentos nas etapas seguintes.

3.3.2.2 Cartas de Controle para Atributos

I. Carta c (nº de não conformidades)

A carta c monitora o número de não conformidades (defeitos) verificados em um grupo. É importante não confundir os termos não conforme e não conformidade:

- a) não conforme refere-se ao produto/processo defeituoso (carta p ou carta np) – Distribuição Binomial;
- b) não conformidades refere-se a defeitos em um produto/processo (carta c ou carta u) – Distribuição de Poisson.

A carta c é mais apropriada quando:

- a) os defeitos estão dispersos em um meio contínuo, como por exemplo: número de falhas de uma máquina, número de imperfeições por comprimento de pavimento, etc.
- b) um produto/processo pode apresentar mais de um tipo de defeito.

Como o monitoramento é realizado considerando o número de defeitos, deve-se especificar o tamanho da amostra constante, ou seja, o número de unidades ou áreas da amostra. Em seguida, anota-se o número de não conformidades verificado em cada amostra.

Inicialmente, calcula-se o número médio de não conformidades:

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n}{n}$$

onde: c_i é o número de não conformidades na amostra i ; n é o número de subgrupos e \bar{c} o LC do gráfico C.

Para o cálculo dos limites de controle para o número de não conformidades, inicialmente determina o desvio-padrão s da média de não conformidades \bar{c} , conforme equações a seguir.

$$s_{\bar{c}} = \sqrt{\bar{c}}$$

Desvio-padrão de \bar{c}

$$LCS = \bar{c} + 3s_{\bar{c}}$$

$$LC = \bar{c}$$

$$LCI = \bar{c} - 3s_{\bar{c}}$$

Limites para Carta C

No âmbito desta pesquisa a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico acerca da construção desta carta de controle, foram desenvolvidos pelos sujeitos J8LAV e J10LIC a partir da situação contextualizada apresentada no Quadro 23, a seguir.

Quadro 23: Situação 6 contextualizada acerca das cartas de controle C

<i>SITUAÇÃO 6 – Os dados coletados em seu processo revelam:</i>		
	Processos da URA m	Nº de exigências abertas
	Média \bar{c}	
	$S_{\bar{c}}$	

Construa a carta de controle c para o processo em questão, definindo com o apoio da material de suporte, os limites de referência para o seu processo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Destaca-se que, antes de apresentação da situação 6, solicitou-se a organização dos dados coletados desses processos em planilhas do EXCEL, a partir da qual foram definidos as médias e desvios-padrão desses dados. Os resultados e a análise destas situações seguem apresentadas no capítulo 4 deste estudo.

Baseado no trabalho de Ribeiro & Caten (2012), foram adotados para as cartas C, os seguintes critérios para estudo dos processos pilotos, conforme Etapa 11 de implantação do CEP apresentada na Figura 3:

- A presença de um ou mais pontos fora dos limites de controle é uma evidência de instabilidade do processo. Se o processo está em controle estatístico, a probabilidade de um ponto fora dos limites de controle é muito pequena, de forma que, caso isso aconteça, deve-se assumir a presença de causas especiais.

- Um ponto acima do limite de controle superior (LCS) indica que o processo piorou. Um ponto abaixo do limite de controle inferior (LCI) indica uma melhora no processo. Ambos devem ser investigados, pois são causas não naturais ao processo. As corridas ascendentes ou corridas acima da média indicam que o desempenho do processo piorou. As corridas descendentes ou corridas abaixo da média indicam que o processo melhorou. Vale ressaltar que antes de disparar a investigação, deve-se verificar se o ponto não foi mal plotado ou se não há um problema no sistema de medição.

- Mesmo com todos os pontos dentro dos limites de controle, podem haver evidências de que o processo sofreu alteração. As seguintes constatações indicam alterações no processo:

- a) sete pontos em sequência acima (ou abaixo) da linha central;
- b) sete pontos em sequência ascendente (ou descendente).

Destaca-se que, conforme Etapa 11 de implantação do CEP na INB/Caetité, quando um resultado fora do controle é identificado, o processo deve ser estudado para determinar a causa. Se ações de melhoria estão sendo tomadas, o processo deve apresentar um desempenho mais consistente, com redução de não conformidades. Assim, periodicamente os limites de controle devem ser reavaliados e, sempre que houver evidência para tanto, estreitados. Esse enfoque dinâmico mantém as cartas de controle atualizadas e eficazes na tarefa de continuar revelando fontes de variabilidade. No capítulo 4 apresentamos os resultados dessa etapa e seus desdobramentos nas etapas seguintes.

3.4 Metodologia adotada na pesquisa

Lakatos e Marconi (1986) definem pesquisa como um procedimento reflexivo, controlado, crítico e sistemático que permite descobrir novos fatos, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento. Já Salomon (1996) define o trabalho científico como uma atividade que, por meio de uma metodologia rigorosa, presta-se à pesquisa e à análise por escrito de questões e/ou problemas levantados. Assim, caracterizamos a seguir, a pesquisa realizada neste trabalho.

Quanto à natureza ela é qualitativa, baseada no estudo de caso da implantação da ferramenta de Qualidade CEP nas Indústrias Nucleares do Brasil na Unidade de Caetité/BA. A abordagem qualitativa, segundo Byrman (1988), tem como principal característica a tentativa de aproximação da teoria e dos fatos a partir da descrição e da interpretação de fatos isolados ou únicos, destacando as relações entre o contexto e a ação. Yin (2015) diz que estudos de casos são aplicados a pesquisas de natureza descritiva e exploratória e são caracterizados pela investigação que examina o fenômeno enquanto acontece no meio de diversos métodos de coleta de dados.

A utilização da técnica do estudo de caso, para Martins (2006, p. 9): *“é própria para a construção de uma investigação empírica que pesquisa o fenômeno dentro de seu contexto real [...], busca-se criativamente, aprender a totalidade de uma situação – identificar e analisar a multiplicidade de dimensões que envolvem o caso – e, de maneira engenhosa, descrever, discutir e analisar a complexidade de um caso concreto, construindo uma teoria que possa explicá-lo e prevê-lo [...], o estudo de caso possibilita a penetração em uma realidade social, não conseguida plenamente por um levantamento amostral e avaliação exclusivamente quantitativa.”*

Nesse estudo foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica sobre Andragogia e Fundamentos de Estatística necessários à implantação da ferramenta de Qualidade CEP (Controle Estatístico de Processos) com vista na definição de um método adequado para a capacitação estatística, em campo, dos sujeitos da pesquisa, caracterizados no item 3.2 desse capítulo. Além disso, para construção desse método buscou-se amparo na BNCC, objetivando

assim, validá-lo como um suporte para o ensino de estatística no contexto da nova escola demandada pela Base Nacional Comum Curricular.

A pesquisa de campo teve por base a adoção do CEP como criação didática associada à Andragogia para o ensino/aprendizagem dos fundamentos de Estatística Básica dos jovens aprendizes da INB/Caetité num contexto de implantação dessa ferramenta nas Etapas definidas na Figura 3 desse estudo nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2019.

A amostra definida para a pesquisa de campo foi composta por 10 jovens aprendizes, maiores de 18 anos, com Ensino Médio Concluído em Escolas Públicas Estaduais do Município de Caetité/BA e região, profissionalizados pelo SENAI no curso de Inspetor de Análise da Qualidade das Indústrias Nucleares do Brasil S.A, na Unidade de Caetité/BA.

A proposta metodológica que sustenta esse estudo está pautada na engenharia didática que, para Carneiro (2005), pode ser vista como referencial para o desenvolvimento de produtos para o ensino, gerados na junção do conhecimento prático com o conhecimento teórico. Além disso, Silva, Barone e Basso (2014), afirmam que a engenharia didática possibilita ao facilitador (professor) repensar a sua prática enquanto atua no ambiente de aprendizagem, tornando-o cenário para reflexão, criação e encaminhamento de propostas inovadoras de ensino. Ao utilizar esse método o facilitador lançou mão de seis situações didáticas contextualizadas pensadas e adequadas ao objeto da pesquisa, visando à assimilação dos conhecimentos estatísticos envolvidos na implantação do CEP, conforme fundamentos teóricos apresentados no item 3.3 desse capítulo.

Nessa linha, o ensino por meio da prática foi articulado como uma prática de investigação. E assim, através da Engenharia Didática adotaram-se algumas etapas para o desenvolvimento do método, com as quais delimitaram os contornos dessa pesquisa: a delimitação dos processos pilotos, a análise prévia do processo em suas todas as dimensões, a formulação de hipóteses, a experimentação e a validação.

Inicialmente, buscou-se investigar sobre a aprendizagem dos sujeitos da pesquisa quanto aos conceitos básicos de Estatística aplicáveis ao CEP e para isto elaborou-se um instrumento denominado Avaliação Diagnóstica Inicial, composto de duas questões focadas em avaliar a literacia, o pensamento e o

raciocínio estatístico desses aprendizes. Associada a esse instrumento aplicou-se também um questionário escrito sobre informações relevantes de cunho pessoal e formativo. A análise desses instrumentos permitiu perceber dificuldades por parte dos sujeitos na compreensão de conceitos estatísticos, conforme observado no Gráfico 1 desse capítulo.

Sendo assim, para sanar essas dificuldades e atender aos objetivos da pesquisa, preparou-se, numa abordagem andragógica, capacitações semanais acerca dos fundamentos de estatística básica aplicados ao CEP, considerando as características dos sujeitos e do ambiente de pesquisa já apresentadas nos itens 3.1 e 3.2 desse capítulo.

Para registro e acompanhamento do processo andragógico envolvido nessa capacitação, bem como, do desenvolvimento das competências estatísticas das Etapas apresentadas na Figura 3, adotou-se a técnica do Diário de Bordo, conhecida por se concentrar na observação e registro de eventos a fim de expressar a experiência pessoal de cada aprendiz durante o desenvolvimento das atividades por um período de tempo. Essa experiência permitiu-os sintetizarem suas percepções e ações e, em seguida, compará-las às mudanças experimentadas por eles ao longo das capacitações.

Foi possível considerar, dentro do potencial do diário de bordo, o registro do modo como às atividades foram realizadas, bem como a participação e a dinâmica de interação dos grupos de trabalho. Outros aspectos importantes registrados nos diários dizem respeito ao progresso das aprendizagens, atitudes, habilidades e, acima de tudo, o processo seguido para alcançar esse progresso que sensibiliza os aprendizes para os seus próprios modos de aprender (metacognição).

A utilização da técnica do diário de bordo nessa pesquisa baseou-se na premissa de um processo de autoavaliação e avaliação do aprendiz pelo facilitador, assumindo assim a função de elemento estratégico no ensino e aprendizagem. Ela foi usada também para estabelecer um diálogo entre o pesquisador e os sujeitos através do relato das dúvidas, dificuldades, comentários e opiniões dos aprendizes sobre seus aprendizados. Estipulou-se uma frequência semanal para leitura desses diários pelo facilitador, a fim de que, durante os encontros semanais fosse possível responder, esclarecer ou resolver as dificuldades e as dúvidas relatadas.

Ao final dos encontros semanais, o facilitador sistematizava as aprendizagens e analisava, em seu diário de bordo, a evolução dessas aprendizagens, observando as seguintes habilidades metacognitivas dos aprendizes:

- Os aprendizes estão mais conscientes sobre o pensamento estatístico?
- Eles reconhecem os caminhos bons e ruins a serem tomados para solução de uma situação problema?
- Eles identificam nos processos pilotos os conceitos e teorias apresentadas nos encontros?
- Eles corrigem seus próprios erros?
- Eles buscam a exatidão e a precisão em seus resultados e conhecem as ferramentas para medi-las?
- Eles se tornaram mais autônomos em sua capacidade de resolver situações problemas, sugerindo correções para desvios detectados nos processos?
- Eles compreenderam o CEP como ferramenta e conseguem aplicá-la?

O processo de aprendizagem investigado pela pesquisa está centrado nas respostas a essas questões. Ao analisar os diários de bordo e observar o desempenho desses aprendizes ao longo dos encontros conseguiram-se os elementos necessários para avaliar a metodologia adotada no contexto da conexão teoria e prática do saber estatístico envolvido na pesquisa. Na etapa final desse trabalho foram aplicados dois instrumentos avaliativos: um focado na percepção do aprendiz sobre o uso das metodologias andragógicas durante o processo e outro similar à Avaliação Diagnóstica Inicial para atestar a evolução das competências do aprendiz quanto à literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico.

No capítulo 4, explicitaremos com mais detalhes a execução do presente trabalho, tecendo análises sobre o seu desenvolvimento, destacando as hipóteses iniciais, os aspectos positivos, pontos a serem repensados e as possibilidades advindas desse estudo.

4 A PESQUISA E SEUS RESULTADOS: CAMINHOS PERCORRIDOS E REFLEXÕES SOBRE A CAMINHADA

4.1 Primeiro Momento: Sensibilização Andragógica e Diagnóstico Inicial das competências estatísticas.

Os objetivos propostos para esse momento conduziu-nos inicialmente à seguinte reflexão: considerando o ambiente, os sujeitos e a ferramenta de pesquisa apresentados anteriormente, como desenvolver educação num ambiente corporativo objetivando capacitar adultos acerca das competências estatísticas necessárias à implantação da ferramenta CEP?

Uma das primeiras respostas que nos veio à mente foi: treinamento corporativo. Segundo Mattos (1985), o modelo tradicional dos treinamentos, baseado na capacitação individual e com avaliação de eficácia baseada em testes de conhecimentos técnicos, são pautados nos ditames pedagógicos, cuja ênfase baseia-se no uso de recursos de ensino/aprendizagem que visam corrigir as deficiências identificadas. Tal processo apresenta resultados majoritariamente ineficazes, visto que ignoram a realidade onde são ministrados, ou seja, a organização com todas suas peculiaridades.

Contudo, o treinamento, concebido como processo educativo, almeja alcançar as competências humanas na sua condição subjetiva, tendo como importante aliado o ambiente onde essa constituição é feita. Tal abordagem deve privilegiar a busca de autonomia, com foco prático nos ensinamentos, num ambiente que estimule a participação e troca de conhecimentos. E nesse contexto, a Andragogia, como metodologia de ensino/aprendizagem, propõe as técnicas necessárias para desenvolvimento da educação corporativa, objeto desse caso.

A Andragogia, como ciência, é uma abordagem diferenciada em educação que valoriza as minúcias das relações intra e interpessoais, as quais podem passar despercebidas pelos que não possuem consciência sobre a importância e aplicações do tema. O método propõe que o aprendiz adulto é a sua própria fonte de conhecimento. Tal afirmação baseia-se na ideia de que o adulto tem uma bagagem de conhecimentos acumulados ao longo da vida que não pode ser desprezada. (OLIVEIRA, 2011).

O modelo andragógico é um modelo processual e sendo assim, preparou-se antecipadamente um conjunto de procedimentos para envolver os aprendizes ao processo, isto é, a operacionalização dos 14 princípios citados por Oliveira, foi verificada por meio dos elementos do processo de Andragogia, estudados e apresentados por Knowles (1995), em sua obra *Designs for Adult Learning*, e posteriormente explicados por Damião (1996), Gitterman (2004), Nogueira (2004) e Illeris (2006). O Quadro 24 apresenta uma síntese da descrição desses autores sobre cada um dos elementos adotados.

Quadro 24: Elementos do processo de Andragogia

Elementos do Processo	Descrição
E1 - Preparação do aprendiz	Os aprendizes adultos devem ser preparados para ser autodirigidos, pois a maioria pode ainda estar condicionada a depender de um professor.
E2 - Clima	O ambiente de ensino deve ser agradável e informal. Dessa forma, o ambiente físico deve contar com a infraestrutura adequada para oferecer segurança e conforto aos aprendizes. Já o ambiente psicológico adequado é conseguido pela definição dos objetivos de forma clara, abertura para questionamentos e tolerância aos erros.
E3 - Planejamento do programa	O aprendiz deve participar, junto com o facilitador, do planejamento das ações do curso. As pessoas se sentem mais envolvidas quando participam da tomada de decisões.
E4 - Diagnóstico das necessidades	A percepção do aprendiz sobre o que ele pretende alcançar é o início da construção do modelo de competências. Isso favorece a automotivação, a autoavaliação e a reflexão. Para isso, é importante identificar os pontos que devem ser trabalhados no processo de aprendizagem.
E5 - Formulação dos objetivos	Após a identificação das necessidades, devem ser definidos os objetivos de aprendizagem. Ou seja, essa etapa consiste em transformar as necessidades identificadas em objetivos mensuráveis.
E6 - Desenho dos planos de aprendizagem	A elaboração dos planos de aprendizagem deve permitir que os aprendizes decidam sobre as aprendizagens que gostariam de realizar. Neles serão indicadas as atividades a serem realizadas, as metodologias que serão utilizadas e o tempo das atividades.

Elementos do Processo	Descrição
E7 - Operação do programa	É a condução das atividades de aprendizagem planejadas. Um fator crucial na operação do programa é o facilitador. Os facilitadores devem ser formados para atender aos princípios da Andragogia. As técnicas mais indicadas são as experienciais e não as transmissivas.
E8 - Avaliação do programa	Nessa etapa, devem-se avaliar os resultados e rediagnosticar as necessidades de aprendizagem. É importante coletar dados sobre como os alunos se sentem após o processo de aprendizado e o que eles sentem que falta ou que não tenha ficado tão claro. Também é importante a realização de testes para avaliar ganhos específicos com relação às mudanças notadas no aprendiz.

Fonte: Adaptado de Bressiani & Roman, 2017.

A implantação do CEP na INB/Caetité, tal como representado na Figura 3 do capítulo anterior, foi iniciado inserindo em cada uma das Etapas definidas os elementos do processo andragógico correspondente conforme descrito no Quadro 24.

O primeiro contato dos aprendizes com a pesquisa e seus objetivos, ocorreu em junho de 2019. Nesse primeiro momento foi realizada a sensibilização andragógica (elementos E1 e E2 do Quadro 24) por meio da apresentação do projeto de pesquisa e da leitura e assinatura do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, cujo modelo encontra-se no Anexo III dessa dissertação. Foi destacado nesse encontro o papel de cada participante no processo de pesquisa, bem como a importância de cada um no alcance dos objetivos desse estudo. Durante a apresentação, surgiram várias dúvidas sobre como conciliar a pesquisa e a rotina de aprendizagem prática nos diferentes setores de trabalho. E diante desse ponto, esclarecemos todo o planejamento realizado pelo facilitador, informando que na medida em que se desenvolvessem as atividades, esse planejamento seria ajustado junto aos aprendizes, conforme demandas que surgissem (elemento E3 do Quadro 24).

No segundo encontro, foi realizado, através do pré-teste apresentado no Anexo IV desse trabalho, o diagnóstico inicial dos aprendizes (elemento E4 do Quadro 24), quanto às competências estatísticas necessárias à implantação da ferramenta CEP no ambiente pesquisado. O pré-teste foi composto por duas

questões envolvendo conhecimentos estatísticos que atestariam as três capacidades descritas por delMas, apresentadas no Quadro 3 do capítulo 2. A primeira questão tratava-se da avaliação da literacia e do raciocínio estatístico ao solicitar a avaliação como verdadeiros ou falsos dos conceitos estatísticos apresentados e em seguida, a exemplificação dos conceitos considerados verdadeiros, conforme figura 11 a seguir.

Figura 12: Questão 1 do Diagnóstico Inicial dos Aprendizizes

CONCEITOS BÁSICOS DA ESTATÍSTICA

1 - Julgue as afirmativas abaixo, indicando V para as verdadeiras e F para as falsas. Em seguida, dê um exemplo de cada afirmação considerada verdadeira.

a. () População: conjuntos de todos os itens ou elementos; Ex: _____

b. () Parâmetro: característica que descreve a população; Ex: _____

c. () Amostra: uma parte da população que será analisada; Ex: _____

d. () Variável: característica mensuráveis da população que será analisada; Ex: _____

e. () Dado: valor coletado no estudo; Ex: _____

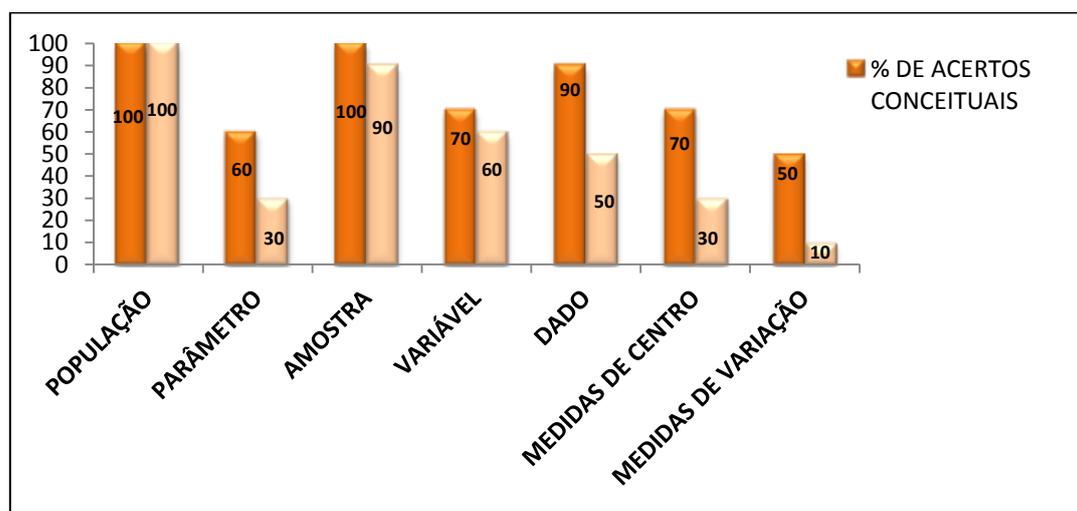
f. () A média é um número central que representa o conjunto de dados de uma determinada variável. Assim também a mediana, a moda, a média ponderada e a média geométrica são responsáveis por análises das observações procurando um número central estratégico. Ex: _____

g. () A variância e o desvio padrão visam medir o distanciamento dos dados de uma variável em relação à média. Ex: _____

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os dados coletados nessa questão indicam que apesar da grande maioria dos aprendizes conhecerem os conceitos estatísticos, muitos não conseguem exemplificá-lo. Observa-se no gráfico a seguir, a discrepância entre a literacia e o raciocínio estatístico dos aprendizes medidos na questão, especialmente nos conceitos ligados às medidas de tendência central e de dispersão.

Gráfico 2: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Inicial quanto à literacia básica (Conceitos e Exemplos) de Estatística aplicada ao CEP



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Vale evidenciar que com o objetivo de diagnosticar dificuldades e atender ao elemento E5 do processo andragógico apresentado no Quadro 24, foi inserido em cada questão o seguinte comando:

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Vários aprendizes alegaram dificuldades na exemplificação dos conceitos, na compreensão de alguns termos e atribuem essas dificuldades à formação escolar ou a dificuldades pessoais com a matemática. Os extratos das respostas apresentados a seguir ratificam essas afirmações.

Figura 13: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na solução da Questão 1 do Diagnóstico Inicial

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Não foi respondido todos por desconhecer alguns temas

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Não domino totalmente o conteúdo, pois não tive um contato aprofundado do assunto quando não tive contato com um bom meio

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

*não consigo explicar.
Tenho muita dificuldade, já vim em escola do assunto mais sempre tive esse dificuldade.*

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

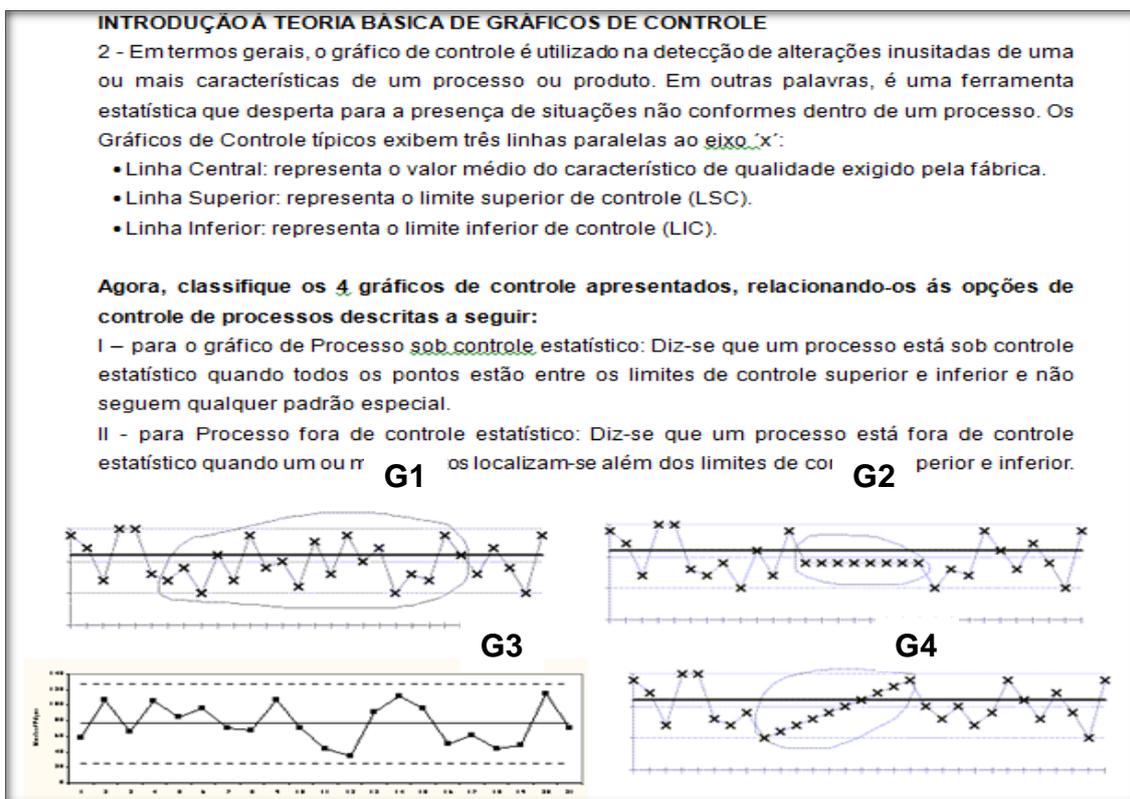
Este assunto é de meu conhecimento, entendi sobre ele no curso de SEVAI porém não domino e tenho muitas dificuldades. Em relação a questão não consegui trazer exemplos para alguns e nem dizer se é verdadeiro ou falso.

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Questão F. y - desconheço o conteúdo do enunciado mas não domino

Na segunda questão buscou-se avaliar o pensamento estatístico aplicado em identificar, a partir da leitura e interpretação de um texto introdutório sobre Gráficos de Controle, quais gráficos representavam processos controlados ou sem controle estatístico. A referida questão segue na Figura 14.

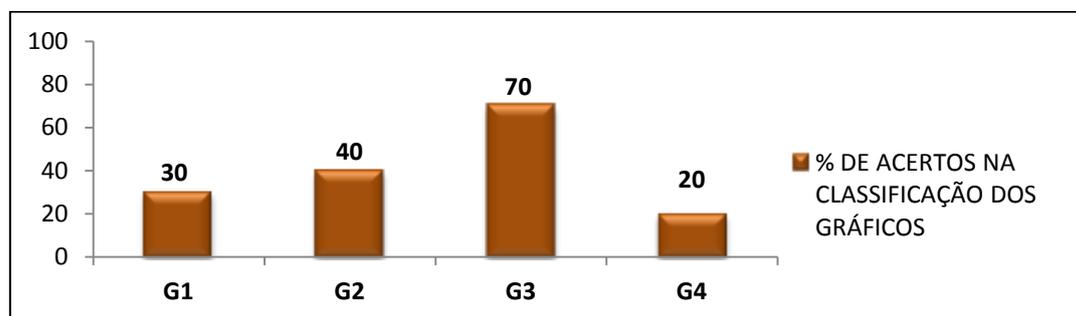
Figura 14: Questão 2 do Diagnóstico Inicial dos Aprendizes



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

As respostas apresentadas indicam que grande parte dos aprendizes tiveram dificuldades de interpretação da questão e por isso, não conseguiram associar o comando do texto aos gráficos em questão. Abaixo, segue apresentado no Gráfico 3, o desempenho percentual de acertos em cada gráfico da questão.

Gráfico 3: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Inicial quanto ao pensamento estatístico aplicado ao CEP



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em resposta às principais dificuldades encontradas, os sujeitos de pesquisa apontaram principalmente o desconhecimento do conteúdo e problemas de interpretação do comando do texto. Abaixo, seguem os principais extratos sobre essas dificuldades obtidas no Diagnóstico Inicial.

Figura 15: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na solução da Questão 2 do Diagnóstico Inicial

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Nunca tive contato com o conteúdo, em relação a gráficos principalmente.

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Não consigo analisar de quando os pontos estão na linha superior ou inferior e não além delas, considerando uma pesquisa para de controle estatístico ou não.

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

A maior dificuldade nesta questão foi entender os gráficos e identificar em de acordo as opções, para mim é complexo de entender os gráficos.

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Não compreendi os gráficos, mas mais dificuldade identificar os pontos.

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Em relação a gráficos de controle, é um assunto que não me lembro de ter visto. Então respondo mas não conheço do assunto.

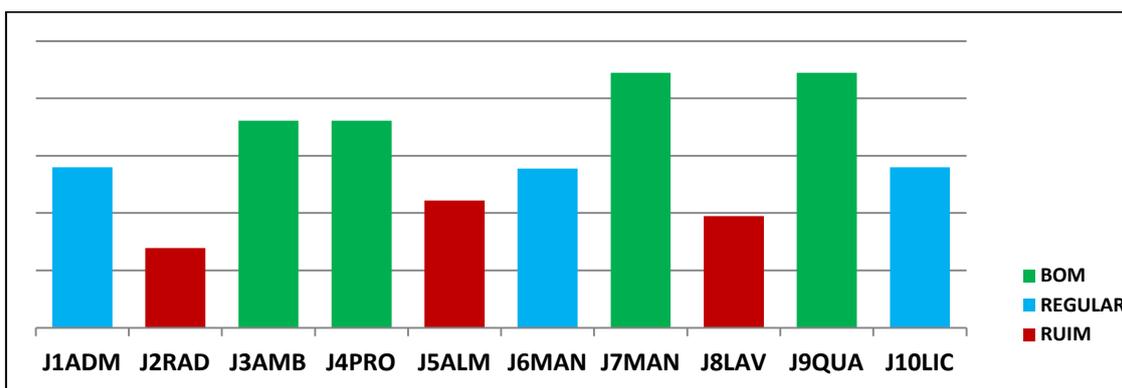
Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Sendo assim, considerando os 18 comandos (14 na Questão 1 e 4 na Questão 2) que careciam de respostas no diagnóstico inicial, definimos a seguinte escala para classificação dos aprendizes quanto ao seu desempenho nesse teste:

1. percentual de acertos $< 50\%$ - desempenho ruim;
2. $50\% \leq$ percentual de acertos $< 70\%$ - desempenho regular;
3. percentual de acertos $\geq 70\%$ - desempenho bom.

No gráfico 4 apresentamos o resultado dos desempenhos desses aprendizes conforme critérios estabelecidos acima.

Gráfico 4: Desempenho Geral dos aprendizes no Diagnóstico Inicial



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Comparando o resultado supramencionado ao conhecimento estatístico trazido da formação escolar, autodeclarados pelos Sujeitos da Pesquisa e apresentado no Gráfico 1 do capítulo 3, observamos algumas discrepâncias que foram consideradas para o replanejamento das ações de intervenção, conforme elemento E6 do processo andragógico apresentado no Quadro 24. Seguem algumas considerações realizadas a partir dessa comparação:

- Houve coerência entre o conhecimento autodeclarado e o resultado do Diagnóstico Inicial dos seguintes aprendizes: J2RAD, J5ALM, J6MAN, J7MAN e J9QUA;
- Os aprendizes J1ADM, J3AMB, J4PRO e J10LIC tiveram desempenhos no teste superior ao conhecimento autodeclarado no questionário inicial;
- O sujeito J8LAV apresentou desempenho no diagnóstico inicial inferior à sua auto declaração de conhecimento estatístico trazido da formação escolar, conforme resposta à questão 6 do Quadro 11 do capítulo 3 desse estudo.

Portanto, considerando o resultado do Diagnóstico inicial apresentado no Gráfico 4, inferimos que, dos sujeitos da pesquisa, 60% não possuem um conhecimento estatístico satisfatório (30% regular e 30% ruim), o que corrobora com a indicação já apontada no capítulo anterior sobre a necessidade de uma intervenção educacional nos referidos sujeitos, a fim de alinharmos seus conhecimentos estatísticos, objetivando capacitá-los para atingir a aprendizagem necessária à implantação da ferramenta CEP no ambiente de pesquisa. No próximo tópico apresentamos a operacionalização das

intervenções, conforme descrito no elemento E7 do processo andragógico apresentado no Quadro 24.

4.2 Segundo Momento: a intervenção por meio das Situações Contextualizadas e os Diários de Bordo.

Identificadas as dificuldades dos aprendizes, tendo em mãos os dados coletados na avaliação diagnóstica inicial e considerando o ambiente e a ferramenta de pesquisa, partiu-se para a operacionalização das intervenções. Nesse contexto, unificando as teorias da Andragogia e da Estatística Crítica apresentadas no capítulo 2, estabeleceram-se seis situações didáticas contextualizadas na prática dos setores de aprendizagem dos sujeitos da pesquisa. Essas situações didáticas foram aplicadas e incorporadas às Etapas 9 e 10 do fluxo de implantação do CEP na INB/Caetité, apresentado na Figura 3 do capítulo anterior. Vale destacar que o registro e o acompanhamento do processo andragógico envolvido nessas intervenções, bem como, do desenvolvimento das competências estatísticas nessas Etapas se deram através dos Diários de Bordo, nos quais se basearam todas as afirmações e análises apresentadas nessa seção.

No primeiro encontro, apresentou-se aos sujeitos da pesquisa o processo geral da Unidade e em seguida, eles foram distribuídos por setores, conforme item 7 dos Quadros 4 a 13 do capítulo 3. Dentro desses setores, os aprendizes foram orientados a escolher um processo piloto para desenvolver o CEP e o resultado dessas escolhas foi apresentado no Quadro 16 do item 3.3 do capítulo anterior.

Definidos os processos pilotos, introduzimos a formação estatística básica envolvendo conceitos fundamentais a partir da situação contextualizada no Quadro 17 do item 3.3.1 do capítulo anterior. O objetivo dessa situação era avaliar a capacidade do aprendiz em relacionar a teoria apresentada no encontro semanal acerca dos conceitos de população, amostras, variáveis, estimadores, etc. extraíndo do seu piloto, os dados referentes a esses conceitos, isto é, sanassem as dificuldades demonstradas no diagnóstico inicial em exemplificar os conceitos. As respostas à referida situação foram registradas nos diários de bordo e, dentro do contexto do processo piloto, a

maioria dos aprendizes identificaram corretamente os dados relativos aos conceitos apresentados, com pequenos equívocos quanto a exemplificação da variável do processo pesquisado. As principais considerações sobre essa situação registradas nos diários de bordo dos sujeitos e do facilitador seguem transcritas no Quadro 25.

Quadro 25: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 1

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação 1
J1ADM	<p>... “descobrir que o meu processo é uma grandeza do tipo variável...”</p> <p>“...conseguir também tirar minha dúvida em relação ao valor das cópias...”</p>	<p>Erro 1: a grandeza associada aos dados coletados no processo piloto é que é do tipo variável e não o processo em si.</p> <p>Erro 2: No contexto do registro a dúvida sanada foi em relação à população do processo, isto é, a quantidade total de cópias impressas nessa máquina e não ao valor das cópias.</p> <p>Comentário: Esses erros foram levados ao encontro seguinte e sanados em grupo, objetivando melhorias na literacia estatística dos sujeitos.</p>
J2RAD	<p>“... achei interessante a grandeza do meu processo, que é do tipo variável. Envolve números e acredito que assim seja melhor de controlar o processo estatisticamente.”</p>	<p>Comentário: Houve compreensão adequada dos tipos de grandezas: variáveis e atributos.</p>
J3AMB	<p>“Variável: quantitativa”</p>	<p>Erro 1: Ao classificar a variável do processo apenas como quantitativa, o aprendiz não comprova literacia estatística em identificar a característica da população que estava sendo analisada, isto é, a grandeza física que altera seu valor em relação ao tempo, conforme explicitado no material disponibilizado.</p> <p>Comentário: Esse erro foi levado ao encontro seguinte e sanado em grupo, objetivando melhorias na literacia estatística dos sujeitos.</p>

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação 1
J4PRO	<p><i>“Dado: quantidade de minério utilizado para montar a pilha; População: o total de minério a ser colocado na montagem da pilha 80/18; Amostra: o total de minério utilizado na montagem da pilha 80/18, no mês de maio e de junho”</i></p>	<p>Erro 1: Ao explicitar o dado relacionado ao processo piloto pesquisado não há temporalidade, isto é, não é especificado a unidade/tempo relativa à quantidade de minério a ser utilizada na montagem da pilha (diário, semanal, total, etc.). Comentário: Esse erro foi levado ao encontro seguinte e sanado em grupo, objetivando melhorias na literacia estatística dos sujeitos.</p>
J5ALM	<p><i>“População: 250” “Variável: quantitativa”</i></p>	<p>Erro 1: não houve definição da unidade de medida associada à população do processo pesquisado, isso explica o não reconhecimento, também, da variável associada ao processo. Erro 2: mesmo erro apontado para o jovem aprendiz J3AMB. Comentário: idem ao apresentado na linha J3AMB deste quadro.</p>
J6MAN	<p><i>“Variável: quantitativa”</i></p>	<p>Erro 1: mesmo erro apontado para o jovem aprendiz J3AMB. Comentário: idem ao apresentado na linha J3AMB deste quadro.</p>
J7MAN	<p><i>“Variável: quantitativa”</i></p>	
J8LAV	<p><i>“Variável: quantitativa”</i></p>	
J9QUA	<p><i>“Variável: quantitativa”</i></p>	
J10LIC	<p><i>“Variável: quantitativa”</i></p>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Vale frisar que as dúvidas que surgiram foram sanadas em grupo e ficou evidente que houve ajuda mútua dos aprendizes na resolução da situação, mesmo em se tratando de processos pilotos distintos. Ressalta-se que a andragogia permite e incentiva esse tipo de ação colaborativa, uma vez que valoriza a experiência no âmbito individual e coletivo. Contudo, nessas circunstâncias há perpetuação de acertos e de equívocos e por conta disso se faz tão necessária a presença de um facilitador ou mediador no processo de aprendizagem andragógica com o objetivo de aparar as arestas e corrigir possíveis falhas. Uma vantagem a ser destacada nessa ação colaborativa é que, ao ajudar o colega o sujeito reafirma sua aprendizagem e amplia sua capacidade de assimilação e de síntese.

Definidos os conceitos e seus valores dentro do processo pesquisado, cada aprendiz ficou incumbido de coletar 15 amostras do referido piloto e anotá-los em uma planilha do Excel, registrando o nº da amostra, a data de coleta e o dado coletado, conforme modelo a seguir:

Figura 16: Modelo de Tabela para coleta dos dados do CEP

Dados para o CEP		
Processo Piloto:		Código do Aprendiz:
Unidade da Variável:		Quantidade da População:
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Devido à variabilidade das condições de coletas dos dados (periodicidades diferentes, tipo de grandeza envolvida, características específicas dos processos, etc.) permitiu-se, quando necessário, que alguns aprendizes resgatassem dados históricos dos processos limitando-os aos 15 dados mais recentes. Concluído esse trabalho, solicitou-se aos aprendizes que: **Observando os dados coletados no processo piloto de sua área, seria possível eleger apenas um valor para representar ou dizer algo sobre esse processo?** Em seguida, questionou-se: **Como se posiciona esse dado em relação aos demais?** E ainda: **Como se comporta os demais dados em relação a este, eles são muito discrepantes uns dos outros?**

As respostas a essas perguntas foram o *link* para a introdução às situações 2 e 3 apresentadas nos Quadros 18 e 19 da seção 3.1.1, que trataram respectivamente das Medidas de Posição (Média aritmética, mediana e moda) e Medidas de Dispersão (Amplitude, Desvio Médio, Variância e Desvio-padrão) dos dados coletados.

Seguindo a mesma metodologia da situação 1, solicitou-se que a partir dos dados coletados fossem avaliados as medidas de tendência central e de Dispersão dos referidos processos. Devido às dificuldades apontadas no diagnóstico inicial e representadas no Gráfico 2, os aprendizes desenvolveram as situações 2 e 3 com muita preocupação quanto a erros e incertezas dos cálculos e das medidas, pois por estarem lidando com dados reais de uma atividade importante para a empresa, esses equívocos poderiam causar algum

prejuízo ou dano ao negócio e sendo assim, todos os cálculos realizados em papel, foram repassados para uma planilha de Excel e com o auxílio do facilitador foram checados utilizando as fórmulas padronizadas desse software. As tabelas e os resultados coletados em cada processo nessas situações, produzidas pelos aprendizes em Excel, seguem apresentadas no Anexo V.

Vale focalizar que, mais do que a simples aplicação de fórmulas para definição das medidas de centro e dispersão, as situações 2 e 3, buscaram sanar as dificuldades demonstradas inicialmente pelos aprendizes quanto à interpretação dessas medidas e através das respostas analisadas nos diários de bordo, observou-se um avanço na compreensão e entendimento do real significado delas no âmbito da pesquisa. Destacamos a seguir, os principais registros dos aprendizes nos diários de bordo sobre essas situações contextualizadas.

Quadro 26: Principais Registros dos diários de bordo sobre as Situações 2 e 3

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca das Situações
J1ADM	<p><i>“... apresentei o número que escolhi para representar o meu processo, o qual foi 300, pois eu escolhi um número que ficasse no meio dos outros.”</i></p> <p><i>“Hoje eu fiquei fazendo os cálculos de amplitude, desvio médio, variância, desvio padrão. Estes foram um pouco mais complicados, mas deu certo fazer.”</i></p>	<p>Comentário 1: Detectou-se a necessidade de melhorias na literacia estatística a ser trabalhada com o sujeito. Nos encontros seguintes foi explicado que o referido número tratava-se da mediana das medidas. Vale ressaltar que, anteriormente, o aprendiz já havia tido contato com os conceitos de medidas de tendência central, isto é, já fora apresentada a literacia básica necessária para classificar esse número com a mediana.</p>

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca das Situações
J2RAD	<i>“... não são cálculos fáceis, pois no meu caso tenho que calcular duas vezes por conta dos pontos da monitoração. Depois de tirar umas dúvidas, vi que tava errado o jeito que fiz. Tive que refazer, acredito que esteja correto...”</i>	Comentário 2: A resolução das situações contou com o suporte do facilitador e dos próprios aprendizes. Eles compartilhavam entre si suas dúvidas e quando elas persistiam nos consultavam. Esses relatos comprovam uma das vantagens do trabalho andragógico associado à Teoria da Educação Estatística, pois conforme defendido por Campos (2008) permitir que os aprendizes trabalhem juntos (em grupo) e que uns critiquem as interpretações de outros, ajuda a desenvolver as competências básicas para aprendizagem estatística tanto em quem pede como em quem fornece a ajuda.
J3AMB	<i>“... finalizei minha tabela contendo os 15 últimos dados e as perguntas. Tive algumas dúvidas em como calcular a média e o desvio padrão dos resultados.”</i>	
J4PRO	<i>“Referente às resoluções das questões, eu tive um pouco de dificuldade, porque matemática não é minha “praia”, kkk. No entanto, a atividade foi muito prazerosa, porque na medida em que os resultados iam aparecendo, ia me apresentando uma visão melhor a respeito do processo que eu estava analisando.”</i>	Comentário 3: Apesar das dificuldades matemáticas citadas, o comentário valida o método, pois motiva a aprendizagem a partir de uma situação prática, isto é, reforça o princípio de que “a experiência é o livro do aprendiz adulto” defendido por Oliveira.
J5ALM	<i>“Para falar a verdade tenho muitas dificuldades sobre o assunto, mas eu tô mim esforçando o máximo para aprender e fazer o meu controle estatístico de processo”</i>	Comentário 4: No caso de J5ALM desde o diagnóstico inicial foram detectadas algumas dificuldades, contudo com o trabalho em grupo foi possível perceber uma melhoria no seu desempenho, especialmente no interesse e na participação.

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca das Situações
J6MAN	<p><i>“Como ele havia pedido escolhi os números que representaria o meu processo. Escolhi os números que mais se repetiam, ou seja, através da moda.”</i></p>	<p>Comentário 5: As vantagens e desvantagens de cada uma das medidas de tendência central, bem como, os contextos nos quais elas melhor se enquadram foram apresentados aos sujeitos conforme teoria do item 3.3.1, e após isso, eles avaliaram, novamente, qual das 3 medidas (média, mediana ou moda) representaria seus processos. A moda foi a escolha de vários aprendizes, mesmo em contextos onde outra medida seria mais adequada.</p>
J7MAN	<p><i>“Foi repassado pelo facilitador alguns erros, tais como quando usamos o Excel a fórmula de desvio padrão, calculamos o desvio de população e não de amostra, como deveria ter sido.”</i></p>	<p>Comentário 6: Um erro recorrente entre os aprendizes no cálculo das medidas de dispersão foi quanto à utilização das fórmulas para desvios amostrais ou populacionais. A compreensão algébrica de população como n e de amostra como $n-1$ foi subsidiada por exemplos práticos usando os processos pilotos dos aprendizes. Ao final, as dúvidas foram esclarecidas e os ajustes necessários foram implementados nas planilhas de Excel elaboradas.</p>
J8LAV	<p><i>“...a medida mais adequada até o meu ver são elas a moda e a mediana, pois ambas tem a mesmo resultado.”</i></p>	<p>Comentário 7: Conforme relatado no comentário do aprendiz J6MAN, os critérios adotados para escolha do número para representar os dados foram reavaliados a partir da explicação do facilitador e as correções conceituais na literacia estatística dos sujeitos também foram contempladas, conforme detectado em J1ADM desse quadro. Os erros apresentados por J8LAV e J9QUA foram corrigidos.</p>
J9QUA	<p><i>“...eu escolhi o número 200, pois é o valor que mais se aproxima dos resultados.”</i></p>	
J10LIC	<p><i>“...não tive muita dificuldade em responder a atividade, embora não tenho certeza que todas as questões estão corretas posso ter errado algumas coisas, mas estou começando a entender melhor esse conteúdo”.</i></p>	<p>Comentário 8: Assim como J4PRO e J5ALM, J10LIC valida o método, pois passa a entender melhor o conteúdo a partir de uma situação prática, isto é, reforça o princípio defendido por Oliveira citado anteriormente.</p>

Analisando os textos transcritos, podemos afirmar que a utilização de dados reais num contexto conhecido facilita a aprendizagem, além de demonstrar de forma mais clara a utilidade do conhecimento para tomadas de decisões na perspectiva do processo observado. Nota-se também, que no bojo dos conhecimentos estatísticos oferecidos nas intervenções através das situações contextualizadas, sempre existiu, por parte do aprendiz, a expectativa de aplicação desse conhecimento na ferramenta CEP, o que demonstra que o aprendizado guiado para a prática é um elemento motivador ao produzir significado para a teoria, aliando o saber científico ao saber ensinado, conforme previsto no processo de transposição didática proposto por Chevallard.

Na perspectiva de aplicação desses conhecimentos foi oferecida nos encontros semanais a teoria acerca da implementação do CEP a partir da construção das cartas de controle de Shewart, nos moldes discorridos na seção 3.3.2 do capítulo anterior. A apresentação teórica do CEP, em especial das cartas de controle, deu-se em conformidade com os saberes estatísticos apresentados nas situações já mencionadas, ou seja, a construção das cartas de controle foi a criação didática adotada para aplicação do saber estatístico ofertado nessas situações. Observou-se nos relatos dos aprendizes que construir as cartas de controle não foi considerada uma tarefa difícil, isso deve significar que o caminho entre teoria e aplicação foi bem estruturado, tanto que ao concluir a organização das tabelas apresentadas no Anexo V os sujeitos já dispunha de praticamente todos os dados para construção das referidas cartas.

É importante frisar que devido às características dos dados coletados nos processos pilotos, diferentes pares de cartas foram construídas pelos aprendizes, conforme explicitado na seção 3.3.2 dessa dissertação. E sendo assim, foram estabelecidas três novas situações didáticas contextualizadas para aplicação desses saberes. A quarta situação foi desenvolvida pelo sujeito J2RAD, a quinta por J1ADM, J3AMB, J4PRO, J5ALM, J6MAN, J7MAN e J9QUA, já a sexta foi aplicada aos processos dos aprendizes J8LAV e J10LIC. Cada uma das situações mencionadas trabalhou com pares de cartas específicos alinhados aos dados do processo piloto de cada aprendiz. Contudo, todas as cartas e conseqüentemente as situações associadas a elas, requereram para sua construção, os mesmos fundamentos estatísticos

abordados nas situações 1, 2 e 3, não havendo assim, grandes distinções entre os conhecimentos ofertados nas situações 4, 5 e 6, apenas especificidades inerentes ao tipo de carta adotado. Essa equidade de saber ofertado ajudou no processo de avaliação dos aprendizes pelo facilitador. Seguem, portanto, nos Quadros 27, 28 e 29 as principais percepções dos aprendizes registradas nos diários de bordo sobre as situações 4, 5 e 6, bem como uma análise do facilitador baseada no acompanhamento das resoluções das situações e na leitura dos diários de bordo desses sujeitos, considerando em cada análise as habilidades metacognitivas do aprendiz a partir das respostas às seguintes perguntas:

- Os aprendizes estão mais conscientes sobre o pensamento estatístico?
- Eles reconhecem os caminhos bons e ruins a serem tomados para solução de uma situação problema?
- Eles identificam nos processos pilotos os conceitos e teorias apresentadas nos encontros?
- Eles corrigem seus próprios erros?
- Eles buscam a exatidão e a precisão em seus resultados e conhecem as ferramentas para medi-las?
- Eles se tornaram mais autônomos em sua capacidade de resolver situações problemas, sugerindo correções para desvios detectados nos processos?
- Eles compreenderam o CEP como ferramenta e conseguem aplicá-la?

Quadro 27: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 4

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J2RAD	<i>“Elaborei os gráficos, não é uma atividade difícil, pois com os dados em mãos é só indo alterar os valores na planilha.”</i>	Comentário: J2RAD apresentou uma evolução em relação ao diagnóstico inicial. O processo piloto escolhido pelo aprendiz foi desafiador, pois foi o único a adotar cartas do tipo X-barras e desvio padrão, e mesmo assim, ele conseguiu dentro dos objetivos aprender e compartilhar conhecimentos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 28: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 5

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J1ADM	<i>“Fiz os cálculos o limite superior e inferior para as duas cartas e construir o gráfico. Ao fazer não foi tão difícil quanto eu imaginava que seria.”</i>	Comentário 1: Os aprendizes, a partir da aplicação dos conhecimentos adquiridos conseguiram perceber a funcionalidade da ferramenta e superaram as dificuldades que outrora imaginaram que teriam.
J3AMB	<i>“... aprendi a como montar minha carta de controle para o meu processo piloto (...) e com isso podemos observar se nossos processos estariam fora de controle ou não.”</i>	

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J4PRO	<p><i>“...montei minha carta de controle (...) Eu tive muitas dificuldades para montar a tabela, mas não foi por conta do conteúdo, mas sim da ferramenta utilizada para a elaboração da mesma, o Excel, no entanto, conseguir responder.”</i></p>	<p>Comentário 2: Ao longo da resolução dessa situação, vários aprendizes relataram dificuldades com o Excel e para saná-las foi oferecido um suporte básico sobre essa ferramenta e organizamos um encontro específico para apresentar as funcionalidades desse software</p>
J5ALM	<p><i>“conseguir fazer a minha carta (...) que ficou um pouco incompleta, mas os dados estão corretos. A minha maior dificuldade é montar os gráficos no Excel, mas eu procurei ajuda com os meus colegas e mim ajudaram bastante.”</i></p>	<p>no universo da estatística. Vale ressaltar que as bases para construção das cartas controle no Excel foram fornecidas pelo facilitador e coube aos aprendizes inserirem seus dados e alterarem parâmetros específicos de suas cartas. Nessa atividade percebemos que alguns aprendizes possuíam maior afinidade com a ferramenta e sendo assim os elegemos como auxiliares para</p>
J6MAN	<p><i>“ terminei de fazer as cartas de controle do CEP que faltavam e fiz algumas correções em outros gráficos que fiz anteriormente.”</i></p>	<p>repasso de conhecimento para os aprendizes que apresentaram dificuldades.</p>

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J7MAN	<i>“...montei os gráficos e as planilhas, e fui passando os dados de todas as disciplinas separadas. J5ALM veio a minha sala pois estava sentindo dificuldade, ajudei-o.”</i>	Comentário 3: idem aos comentários 1 e 2 apresentados nas linhas anteriores desse quadro.
J9QUA	<i>“Eu notei um erro nos meus cálculos do CEP, por isto recalculei meus dados e modifiquei os dados do mês de agosto, defini uma nova média e amplitude, desvio médio, padrão amostral, padrão populacional, os limites superior, central e inferior e montei a carta.”</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Quadro 29: Principais Registros dos diários de bordo sobre a Situação 6

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J8LAV	<i>“resolvi começar a fazer os cálculos, já os fiz como eu já adiantei estou em duvida sobre formatar no Excel o limite superior e inferior, já passei todos os meus dados para lá só falta isso.”</i>	Comentário: idem aos comentários 1 e 2 do Quadro 28.

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do aprendiz	Análise do facilitador após verificação dos diários de bordo acerca da Situação
J10LIC	<p><i>“Comecei a elaborar a minha carta de controle no Excel, calculei o limite de controle, limite superior, limite inferior e o desvio padrão, (...) Em relação ao CEP estava com várias dúvidas de como colocar os meus dados na carta de controle, mas o facilitador me explicou ai consegui fazer.”</i></p>	<p>Comentário: idem aos comentários 1 e 2 do Quadro 28.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Finalizada a construção das cartas de controle apresentadas no Anexo VI dessa dissertação, os aprendizes avançaram para a Etapa 11 do fluxo de implantação do CEP na INB, apresentado na Figura 3 do capítulo 3, que consistia nos estudos dos processos pilotos a partir das cartas elaboradas e no planejamento das correções para os sinais de falta de controle desses processos.

Na análise das cartas de controle, os sujeitos da pesquisa utilizaram os critérios básicos e suplementares da norma ISO 8258 – Shewhart Control Charts, apresentados na seção 3.1.2 do capítulo anterior. E após essas análises chegaram às conclusões apresentadas no Quadro 30 a seguir.

Quadro 30: Situação dos Processos Pilotos quanto ao controle estatístico

Sujeito da Pesquisa	Status de Controle Estatístico dos Processos pesquisados na visão dos aprendizes
J1ADM	<i>“Depois de construído o gráfico pude perceber as grandes variações existentes, teve dias que a quantidade de cópias ultrapassava o limite superior e outros que estavam abaixo do limite inferior, então a partir desse controle foi possível perceber as variações e então procurar saber quais os motivos que levaram a ter essa variação e estabelecer planos de correção porque é algo anormal.”</i>
J2RAD	<i>“Em relação ao meu processo o resultado do gráfico é que está descontrolado, onde um dos motivos para essa situação pode ser o erro ou a falta de registros. Apresenta um pico muito elevado principalmente nos dias 06/08 e 08/08. O fato dele estar fora de controle é que existem pontos muito além dos limites inferiores e superiores”.</i>
J3AMB	<i>“O processo o qual estou controlando, amostras diárias de radio e chumbo, está descontrolado pelo o que aponta o gráfico da carta de controle, está descontrolado, pois há dias que os técnicos em química produzem demais e outros dias não produzem muito, não cumprindo a meta estabelecida.”</i>
J4PRO	<i>“Na análise da minha carta, pude observar que ela não estava controlada, porque não estavam alinhadas aos limites que determinamos mediante cálculos ser o ponto de controle, pontos estes, que seriam o limite inferior e o limite superior.”</i>

Sujeito da Pesquisa	Status de Controle Estatístico dos Processos pesquisados na visão dos aprendizes
J5ALM	<i>“Avaliando a minha carta de controle podemos observar que está fora de controle estatístico porque existem vários pontos de abaixo e acima do limite inferior e superior também foi observado a carta de amplitude e foi identificado que os dados possui uma variação grande de amplitude.”</i>
J6MAN	<i>“Ao analisar a minha carta de controle do CEP, foi verificado que existe pontos além do limite superior e abaixo do limite inferior, mostrando que o processo está descontrolado. Esses pontos além do limite superior indica que está tendo mais serviço, pois o aumento da abertura de OS’s pode ser devido a defeitos em equipamentos ocasionando mais custos, mais horas-homem e até conseqüentemente a redução de produção.”</i>
J7MAN	<i>“No meu caso foi detectado que não está controlado, nos próximos dias analisaremos as possíveis causa e usar as ferramentas adequadas para descobrir.”</i>
J8LAV	<i>“A primeira vista e analisando por alto ele está bem controlado sem levar em conta que o que está estável são as não conformidades, ou seja, nada está sendo feito para minimizar este problema.”</i>
J9QUA	<i>“Na carta de controle nota que existe um número muito grande de variação quanto aos funcionários que entram na URA no horário administrativo e que variam também, a quantidade de combustível abastecido.”</i>
J10LIC	<i>“Notei que todos os processos estão descontrolados, na minha tabela de dados”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Apesar do caráter objetivo da classificação desses processos usando os critérios da ISO 8258 – Shewhart Control Charts, foi possível perceber o nível de raciocínio e o pensamento estatístico dos aprendizes, especialmente, se comparado ao resultado da questão 2 do diagnóstico inicial aplicado. Naquela ocasião, conforme Figura 14, os alunos revelaram grandes dificuldades para compreensão e classificação dos gráficos. Contudo, após as intervenções e trilhado o caminho de aprendizagem proposto pelo facilitador essas dificuldades, aparentemente, foram sanadas.

Nos encontros seguintes, finalizado o estudo das cartas de controle, foram planejadas ações educativas para conscientização e melhoria dos processos considerados fora de controle estatístico. Uma dessas ações foi a Gincana da Qualidade com tarefas voltadas a sanar as pendências dos setores de prática do aprendiz, conforme chamada no Anexo VII. Além dessa atividade, foram elaboradas na página Pixton.com e divulgadas nos setores, várias tirinhas envolvendo situações identificadas como causas raízes do descontrole dos processos pilotos. Essas tirinhas seguem apresentadas no Anexo VIII dessa dissertação.

Nesse contexto, ressalta-se que para atendimento às Etapas 12, 13 e 14 foram consideradas em algumas tarefas da referida Gincana, atividades de repasse do conhecimento do CEP pelos jovens aprendizes para os demais colaboradores dos setores, finalizando assim o ciclo de implantação da ferramenta e iniciando um novo ciclo com um novo processo, agora sob responsabilidade dos demais colaboradores.

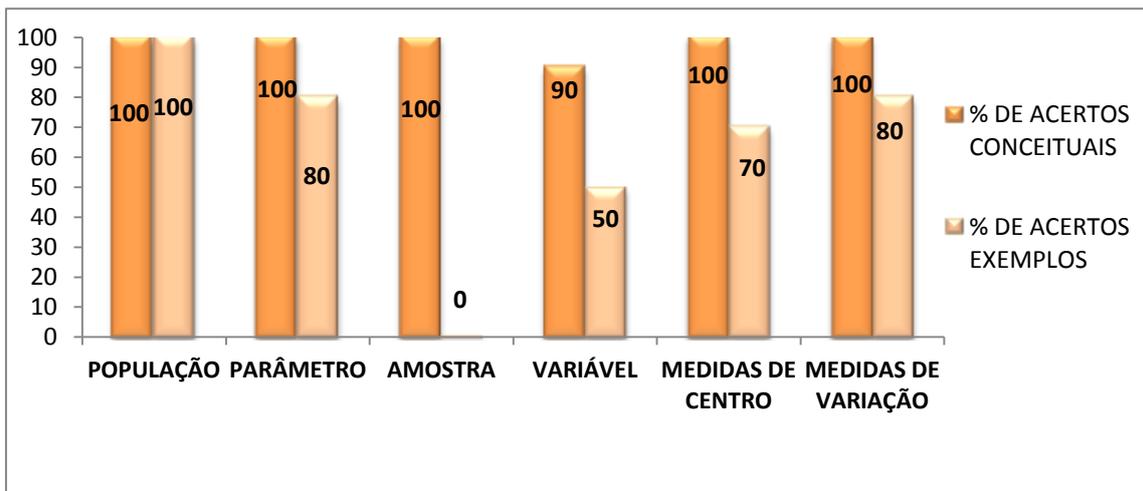
4.3 Terceiro Momento: Avaliações Diagnósticas Finais e resultados

Finalizadas as Etapas 1 a 14 da Figura 3 do Capítulo 3, nos moldes descritos na seção 4.2 foram aplicados dois instrumentos avaliativos: um focado em avaliar o desenvolvimento da aprendizagem das competências estatísticas dos aprendizes e outro para avaliar os elementos do processo andragógico adotados durante a execução das etapas supracitadas.

No primeiro instrumento avaliativo, inspirado na avaliação diagnóstica inicial, buscou-se verificar se os saberes ensinados promoveram evolução dos conhecimentos estatísticos desses aprendizes. Nessa perspectiva as questões

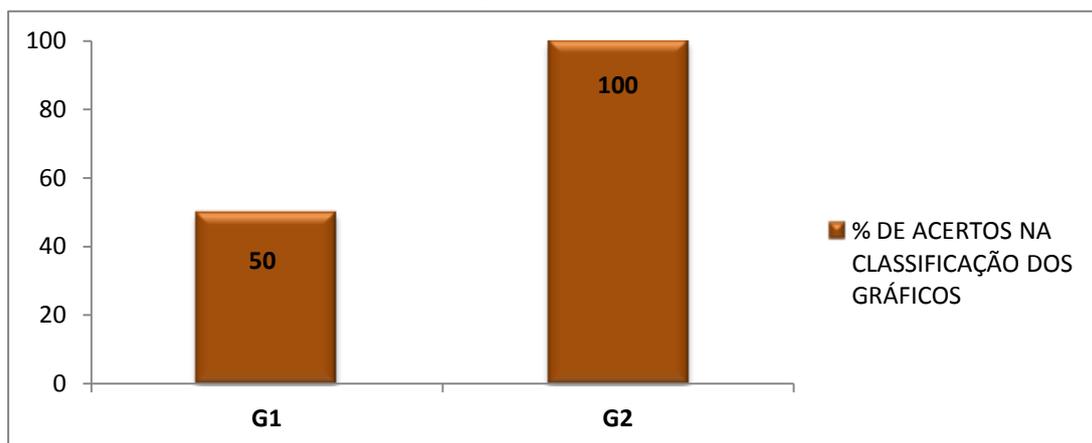
seguiram comandos similares aos do pré-teste inicial, com distinção na abordagem e baseada nas práticas desenvolvidas pelos sujeitos no ambiente de pesquisa. No anexo IX apresentamos o modelo da referida avaliação e a seguir nos Gráficos 5 e 6 os resultados observados no referido diagnóstico.

Gráfico 5: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Final quanto à literacia básica (Conceitos e Exemplos) utilizada na situação contextualizada da Avaliação Diagnóstica Final (Questões a, b, c, d e e.).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Gráfico 6: Desempenho dos aprendizes no Diagnóstico Final quanto ao pensamento estatístico utilizado na classificação dos gráficos G1 e G2 da Avaliação Diagnóstica Final (Questão f).



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Observa-se nesses gráficos um desempenho satisfatório dos aprendizes, com apenas uma ressalva: no Gráfico 5, a exemplificação do

conceito de amostra do processo apresentado na questão não foi realizada à contento. Para discussão desse resultado anômalo, segue abaixo a pergunta e as informações que o sujeito dispunha para solucioná-la.

PERGUNTA:
c) Qual o tamanho da parte da população que esta sendo analisada?
INFORMAÇÕES:
Dados do processo:
Especificação: 225 a 275 kg.
Atividade: produção de DUA
Característica: peso do tambor de DUA (em kg)
Tamanho da amostra: 5 tambores
Frequência média das pesagens das amostras: de ½ em ½ hora
Total de coletas: 25
Produção Diária de 200 tambores de DUA das 07:00 às 19:00 horas

Todos os aprendizes responderam essa questão informando que o tamanho da parte da população que estava sendo analisada seria de 5 tambores. Contudo, esperava-se que o aprendiz multiplicasse esse número pelo total de coletas e informasse que numa população de 200 tambores, 125 são amostrados diariamente. Sendo assim, atribui-se ao erro uma interpretação equivocada da pergunta, uma vez que os sujeitos dispunham do conceitual necessário para identificar a amostra e o fizera em partes.

As principais dificuldades, apontadas pelos aprendizes na resolução do teste diagnóstico final, estão descritas no Quadro 31 a seguir.

Quadro 31: Principais dificuldades relatadas pelos aprendizes na resolução do teste diagnóstico final acerca das competências estatísticas desenvolvidas

Sujeito da Pesquisa	Dificuldade relatada
J1ADM	<i>Não relatou dificuldade.</i>
J2RAD	<i>“Minha dificuldade foi tentar lembrar alguns conceitos.”</i>
J3AMB	<i>“Tive dificuldades em algumas fórmulas e conceitos que eu não me recordei”</i>
J4PRO	<i>“Eu conseguir responder as questões, no entanto tive um pouco de dificuldade na interpretação da tabela.”</i>
J5ALM	<i>“Eu sentir algumas dificuldades em responder algumas perguntas, mas eu acho que eu conseguir atender o objetivo que era responder todas, só não sei se estão corretas.”</i>
J6MAN	<i>Não relatou dificuldade.</i>

Sujeito da Pesquisa	Dificuldade relatada
J7MAN	<i>“A maior dificuldade foi diferenciar parâmetro de variável.”</i>
J8LAV	<i>Não relatou dificuldade.</i>
J9QUA	<i>“Tive dificuldade para conhecer se o processo está ou não controlado, pois eu tive que supor as zonas A, B e C na carta.”</i>
J10LIC	<i>“Tive um pouco dificuldade em responder as questões.”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Mesmo diante das dificuldades relatadas, os sujeitos da pesquisa apresentaram um desempenho satisfatório nessa avaliação diagnóstica. Em todo o teste foram acionados 14 comandos (12 nas questões a até e, e 2 na questão f) que careciam de respostas e para avaliação do desempenho dos aprendizes consideramos a seguinte escala para classificação:

1. percentual de acertos < 50 % - desempenho ruim;
2. 50 % ≤ percentual de acertos < 70% - desempenho regular;
3. percentual de acertos ≥ 70 % - desempenho bom.

Assim, segue no Gráfico 7 o desempenho desses aprendizes no teste final conforme critérios estabelecidos acima.

Gráfico 7: Desempenho Geral dos aprendizes no Diagnóstico Final

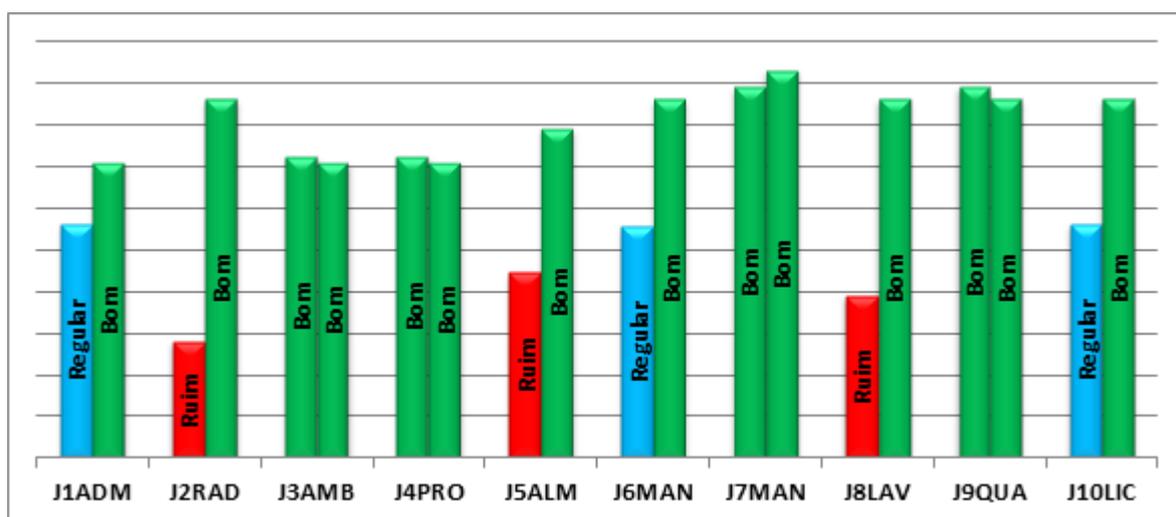


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O desempenho apresentado no Gráfico 7 comprova a melhoria da aprendizagem desses sujeitos quando comparados ao resultado do diagnóstico

inicial apresentado no Gráfico 4 da seção 4.1 desse capítulo. No Gráfico 8 apresentamos essa comparação para evidenciar os avanços de aprendizagem de cada sujeito no contexto dos conhecimentos estatísticos associados à ferramenta CEP, repassados aos aprendizes através do método andragógico e na perspectiva do desenvolvimento das habilidades propostas pela BNCC.

Gráfico 8: Comparativo de desempenho geral de cada sujeito nos diagnósticos Inicial e Final, respectivamente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os avanços percebidos no Gráfico 8 são corroborados pelos sujeitos nos relatos do Quadro 32 a seguir, que apresenta uma autoavaliação desses aprendizes em relação ao saber estatístico adquirido no processo e reflexões sobre a metodologia adotada para a transposição didática do saber científico (Estatística) para o saber ensinado (Estatística Básica aplicada ao CEP), nos moldes andragógicos.

Quadro 32: Autoavaliação dos aprendizes em relação ao saber estatístico adquirido e avaliação da metodologia adotada para transposição didática desse saber

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do Diário de Bordo
J1ADM	<i>“Particularmente não estou achando o CEP tão difícil agora, como achava no início quando (o facilitador) mencionou o assunto, a questão é que antes eu não praticava então consequentemente não aprendia como fazer, mas agora já estou mais familiarizada com ele e estou gostando de desenvolver no meu setor.”</i>

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do Diário de Bordo
J2RAD	<p><i>“Em relação ao meu aprendizado sobre estatística, as reuniões semanais ajudam bastante, pois (o facilitador) orienta quem tem dificuldade, como deve fazer. No começo tive mais dificuldade, apesar de já ter visto esse assunto no ensino médio e um pouco na faculdade, mas agora muita coisa está mais esclarecida e já tenho mais facilidade com os cálculos de estatística, graças às reuniões e orientações, o que fez evoluir o meu aprendizado. Claro que tem algumas coisas que não consigo entender 100% pois eu tenho uma pequena dificuldade de interpretação o que impede um pouco o meu entendimento. Mas em relação à elaboração do CEP não senti dificuldade na realização dos cálculos justamente pelas orientações do (facilitador).”</i></p>
J3AMB	<p><i>“Esta sendo muito produtivo esse contato com a estatística pra mim, pois estou aprendendo algo que além de usar no curso acadêmico que faço, eu aprendo a como controlar um processo. Em relação às reuniões das sextas-feiras, estão sendo também muito produtivas, além de nos orientar no que fazer e quais atividades realizar e como realiza-las.”</i></p>
J4PRO	<p><i>“Confesso que quando soube que iria trabalhar com uma ferramenta da qualidade que envolvia matemática fiquei muito preocupada, porque eu não tinha muita afinidade na disciplina desde tempos, no entanto, mesmo com receio me propus a aprender e tentar absorver o máximo de conhecimento referente ao conteúdo do CEP. O diferencial que percebi nesse meu contato com a matemática, foi que diferente da escola, aqui no trabalho foi transmitido esse conteúdo de forma dinâmica e flexível, não tinha aquelas cobranças exageradas e aulas cansativas como havia muitas vezes em sala de aula. Além disto, a metodologia utilizada teve um elemento que contribuiu bastante na minha aprendizagem que foi à ligação entre a teoria e a prática. Hoje posso dizer que tenho uma visão diferente referente à disciplina e que esse momento me proporcionou além da capacidade de desenvolver e utilizar a ferramenta do CEP, a oportunidade de torna algo que achava ruim em um momento bom em minha vida.”</i></p>

Sujeito da Pesquisa	Transcrição dos Registros do Diário de Bordo
J5ALM	<i>“No início eu tive uma visão ruim sobre o CEP porque eu não tinha muito conhecimento sobre esse processo, já tinha visto na escola o básico de estatística, mas nunca tinha aprofundado nesse assunto de colocar na prática. Aqui na empresa eu tive essa oportunidade em colocar em prática e isso foi bastante positivo porque vejo que meus conhecimentos do CEP evoluíram. Estou feliz por ter conseguido desenvolver o meu trabalho de estatística e isso vai servir muito para o meu dia-a-dia daqui pra frente nos futuros empregos que eu vou ter se Deus quiser.”</i>
J6MAN	<i>“No começo da realização do CEP, não tinha dificuldade, pois já tinha uma ideia do que era estatística, e no decorrer desse tempo foi muito bom aplicar essa atividade, pois me trouxe muitos aprendizados que levarei para minha vida profissional.”</i>
J7MAN	<i>“Eu já gostava de estatística antes de iniciar o CEP, mas agora aprendi utilizar esse método no Excel o que facilitou muito meu trabalho na prática, foi bem mais fácil associar o assunto ao cotidiano, deixando simples uma coisa que na teoria é complexa.”</i>
J8LAV	<i>“Antes de começar a fazer o CEP fiquei com um pouco de receio, mas depois fazendo por partes e com a instrução de (facilitador) ficou melhor para fazer, aprendi também a usar o Excel que eu tinha muita dificuldade.”</i>
J9QUA	<i>“A respeito do uso dos conhecimentos estatísticos esta sendo de muita valia para mim, além de ser do meu interesse vai me ser útil para diversas áreas da minha vida.”</i>
J10LIC	<i>“No início achei que não conseguiria fazer o CEP, pois tenho muita dificuldade em matemática, mas aprendi muito com essa ferramenta, como calcular o desvio padrão, média, moda, mediana, amplitude hoje não tem muita dificuldade em estatística. O CEP é uma ferramenta muito útil, pois podemos observar se o processo esta controlado ou descontrolado e a partir dessa informação podemos corrigir o que for necessário.”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os relatos do Quadro 32 atestam, mesmo sem referência explícita, que os elementos andragógicos citados no Quadro 24 foram bem recepcionados pelos aprendizes e colaboraram de forma significativa para a aprendizagem relatada pelos sujeitos. Vale realçar que desde a chegada dos aprendizes à

INB/Caetité os elementos andragógicos foram sendo incorporados aos encontros, às interven es e conseqüentemente   rela o entre facilitador e aprendizes, o que facilitou o desenvolvimento e a conclusão desse trabalho.

Sendo assim, para finaliza o do trabalho proposto foi aplicado um segundo instrumento de avalia o que segue apresentado no Anexo X, objetivando verificar as percep es dos sujeitos de pesquisa quanto os elementos da andragogia associados ao processo, cujo resultado segue mostrado no Gráfico 9. Ressalta-se que esses elementos foram avaliados a partir de perguntas que os aprendizes julgaram numa escala de 0 a 10 o seu sentimento em rela o ao elemento implícito na questão. Esse juízo estava conectado   seguinte escala de percep o:

1. Nota 0 – Nunca percebeu;
2. Notas 1, 2 e 3 – Percebeu Pouco;
3. Notas 4, 5 e 6 – Percebeu Médio;
4. Nota 7, 8, 9 e 10 – Percebeu Muito.

No Quadro 33 apresenta a rela o entre as questões do instrumento avaliativo do Anexo X e os elementos da andragogia inseridos ao processo de ensino aprendizagem objeto desse estudo.

Quadro 33: Rela o entre os elementos do Processo andragógico e as questões do instrumento autoavaliativo do Anexo X.

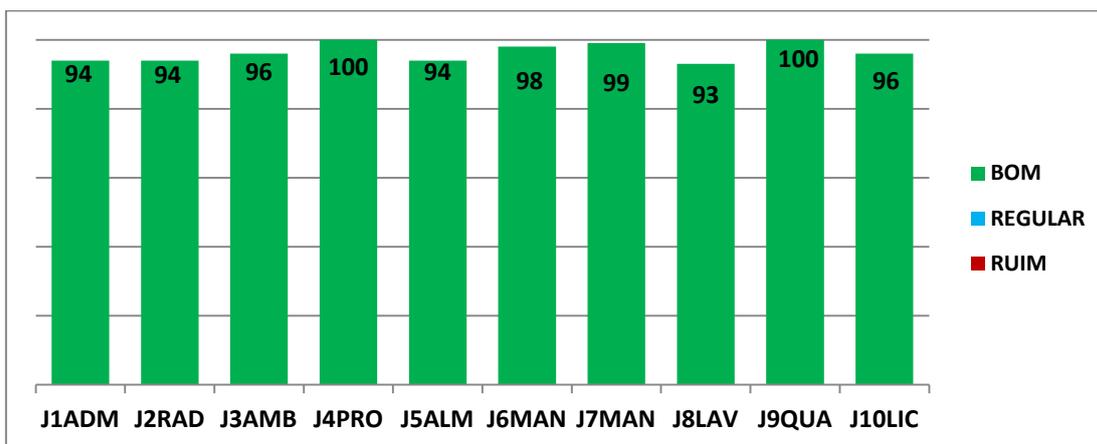
Elementos do Processo	Questões da Autoavalia�o do Anexo X
E1 - Preparação do aprendiz	1) No início do CEP, foi permitido que eu apontasse minhas dificuldades estatísticas e o que eu gostaria de aprender? 10) Fui informado que o CEP me ajudaria a fazer meu trabalho melhor?
E2 - Clima	7) Os encontros me motivaram a aprender mais sobre o assunto? 13) As minhas experiências foram respeitadas durante os encontros? 14) As minhas experiências foram discutidas durante os encontros?
E3 - Planejamento do programa	9) Eu tinha interesse pessoal em aprender sobre Estatística para desempenhar melhor o meu trabalho? 11) Foi permitido que eu ajudasse na condu�o dos encontros, participando através dos relatos das minhas experiências?

Elementos do Processo	Questões da Autoavaliação do Anexo X
E4 - Diagnóstico das necessidades	2) Foi explicado por que era importante aprender sobre Estatística? 8) Me senti motivado em participar durante as aulas? 17) Conseguirei aproveitar tudo o que foi ensinado para atividades futuras?
E5 - Formulação dos objetivos	18) O conhecimento adquirido nestes encontros pode ser imediatamente aplicado em outros processos? 16) O que eu aprendi nos encontros era o que eu precisava para realizar a implantação do CEP?
E6 - Desenho dos planos de aprendizagem	3) Eu percebi que poderia participar o tempo todo apresentando minhas opiniões e sugestões?
E7 - Operação do programa	4) Os encontros me ajudaram a diminuir as dificuldades que eu tenho em estatística? 5) Foram usados exemplos sobre como a Estatística acontece na prática? 12) As minhas experiências no processo piloto me ajudaram a entender o que conhecimento transmitido pelo facilitador?
E8 - Avaliação do programa	6) Os encontros despertaram-me para dúvidas que antes eu não tinha? 15) Foi permitido que eu fizesse uma avaliação do que aprendi? 19) Percebi com esse aprendizado que os processos do meu setor podem ser melhorados? 20) O CEP me trará alguma vantagem em minha vida profissional?

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Nesse sentido, os aprendizes perceberam a presença da andragogia nos contextos da pesquisa e, avaliaram-na de forma positiva, conforme apresentado no Gráfico 9.

Gráfico 9: Autoavaliação dos aprendizes quanto aos elementos andragógicos no contexto da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao avaliarem satisfatoriamente os elementos andragógicos no contexto da pesquisa os aprendizes validam a Andragogia como um caminho sustentável para o ensino-aprendizagem do saber estatístico no âmbito de práticas e aplicações voltadas para o mercado de trabalho.

A adoção desses elementos no caminho didático percorrido por esses jovens na capacitação estatística necessária à implantação do CEP na INB/Caetité ajudou na construção das aprendizagens e no resultado satisfatório dessa pesquisa tanto para os aprendizes como para a empresa.

Ao final deste trabalho acadêmico temos um método válido para auxiliar professores de matemática no atendimento às demandas das habilidades estatísticas definidas pela BNCC para o ensino básico, especialmente para o Ensino Médio, cujo público em sua maioria é formado por jovens e adultos. Além disso, para a INB/Caetité temos melhorias perceptíveis na cultura da qualidade e produtividade dos setores nos quais essas atividades de CEP foram desenvolvidas, pois através das ações coordenadas junto aos jovens aprendizes nos processos pilotos (Campanhas educativas, Gincana, Tirinhas, cartas de controle, etc.) foram implementadas várias correções de desvios e conseqüentemente melhorias na Qualidade desses ambientes.

No contexto da pesquisa ficaram evidentes as potencialidades da andragogia frente à pedagogia no ensino-aprendizagem do saber estatístico focado numa aplicação prática, tendo em vista que ao iniciarem essa jornada, muitos dos sujeitos da pesquisa, cuja formação escolar, no Ensino Médio, foi

essencialmente pedagógica, relataram dificuldades e incompreensões desse saber matemático. No entanto, ao finalizarmos esse percurso, utilizando o método andragógico, esses mesmos sujeitos alegaram que muitas das dificuldades iniciais foram sanadas e que conseguiram perceber melhorias em seus conhecimentos estatísticos.

Sobre os saberes estatísticos associados à pesquisa, podemos afirmar que a partir das cartas de controle para variáveis e atributos, os aprendizes tiveram oportunidade de interagir com as várias nuances dos dados, das variáveis, das amostras e dos estimadores dos processos pilotos. E nesse contexto, foram capazes de aprender através dos gráficos que, admitindo uma distribuição normal, os dados variam assumindo, no dia a dia dos processos, valores ora grandes, ora pequenos. Além disso, aprenderam também que associado a essas variações existem uma infinidade de fatores, que precisam ser avaliados, estimados e corrigidos caso a caso. Nessa tarefa, vários conhecimentos matemáticos do universo da álgebra e da aritmética tiveram que ser acionados e junto a eles, muitas dúvidas surgiram especialmente nas operações com números racionais e nas interpretações próprias do raciocínio lógico associado à resolução das situações apresentadas. Isso aponta para a necessidade de aprofundamento dos estudos sobre as interações dos conteúdos matemáticos de forma a definir pré-requisitos básicos para que determinados conceitos e conteúdos sejam assimilados. Por estarmos num ambiente laboral e sabermos que essas deficiências estavam ligadas à formação matemática do sujeito, as dúvidas foram sanadas de forma superficial e para garantir a confiabilidade dos dados optou-se por organizar tabelas e desenvolver os cálculos dos estimadores de forma automatizada usando fórmulas pré-definidas no Excel.

O Excel foi um forte aliado desse trabalho, sendo incorporado às intervenções e bem recepcionado pelos aprendizes, que viram na ferramenta um facilitador para cálculos, além de fornecer, através dos gráficos, a representação necessária aos dados, auxiliando-os nas estimativas e decisões. Sob essa ótica, pode-se concluir que a BNCC acerta ao sugerir a incorporação de ferramentas tecnológicas no desenvolvimento das habilidades estatísticas dos discentes da Educação Básica. No âmbito estatístico, o Excel é a

ferramenta mais conhecida e usual, podendo ser adotada em vários ambientes de trabalho com uma série de recursos práticos e úteis.

Analisando os limites de controle das cartas construídas pelos aprendizes no Excel e apresentadas no Anexo VII, vale destacar que esses limites sofreram forte influência do tamanho das amostras. Inicialmente este tamanho ficou restrito aos últimos 15 dados coletados no período de 05 a 29 de julho de 2019. Contudo, devido às particularidades de cada processo, incluindo as diferentes frequências de coleta, esse período foi estendido para análises históricas dos últimos 15 dados coletados no processo piloto. Sendo assim, alguns processos tiveram limites de controle pouco representativos se comparado a uma situação de produção normal na Unidade, uma vez que os dados disponíveis retratam o momento de testes pré-operacionais, que a INB/Caetité atravessa. No entanto, ressalta-se que para fins de aprendizagem e aplicação piloto do CEP nesses setores, os dados coletados foram considerados úteis e não prejudicaram os objetivos propostos para a pesquisa.

Quanto ao uso do CEP numa abordagem educacional entendemos que ao admitirmos processo, num conceito mais completo e abrangente, como um conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em serviços/produtos (saídas), ampliamos a aplicação dessa ferramenta para além do ambiente de pesquisa, chegando a todo e qualquer espaço onde exista disponibilidade e interesse em controle e melhoria de qualidade. Nesse sentido, outro resultado possível desse estudo reside na sistematização de uma metodologia focada no CEP que pode ser introduzida em salas de aula como criação didática para o ensino de Estatística e posteriormente como base para aplicação profissional em qualquer segmento no mercado de trabalho que o discente venha ingressar.

Dessa forma pode-se afirmar que o referido trabalho atingiu os objetivos propostos e ampliou-os para além do escopo desse estudo, uma vez que o método andragógico aplicado ao ensino de estatística básica, testado num ambiente laboral, necessita se aventurar nos campos das salas de aula para de fato promover aprendizagens significativas de jovens e adultos no âmbito desse saber matemático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos autores concordam que, em suma, até pouco tempo atrás, o ensino de matemática se realizava basicamente de duas formas: ou mera transmissão de conteúdos ou simples aquisição de técnicas para responder a estímulos provocados por testes padronizados. E por representar um subconjunto dos saberes matemáticos, a estatística não fugia a esse panorama cartesiano. Além disso, sua abrangência era deixada de lado em função do reducionismo que incorporava a organização de tabelas e a leitura de gráficos como suas únicas e inesgotáveis fontes de aplicação, afastando-a dos demais blocos de conhecimentos matemáticos, inviabilizando muitas vezes a significação e compreensão de situações sociais e do mercado de trabalho.

Nessa direção, não foi objetivo desse trabalho encontrar os culpados pela situação, mas apontar caminhos e alternativas para significar o conhecimento estatístico, dentro e fora do ambiente escolar. Ao adotarmos os elementos andragógicos como metodologia para capacitar os jovens aprendizes no contexto da pesquisa, buscamos validar esse método para oferecermos mais uma alternativa para os diversos níveis da Educação formal e informal, isto é, apresentarmos uma opção eficaz na construção de aprendizagens significativas de jovens e adultos, que por sua própria natureza, demandam formas e métodos de aprender diferentes dos que estão largamente sendo ofertados em nossas instituições de ensino, muitos deles apegados à Pedagogia que, pela própria etimologia da palavra, privilegia a criança como seu foco principal.

O produto desse trabalho nos leva a ampliar essa preocupação para além dos contornos da Educação Básica. Se observarmos também as instituições de ensino superior vemos que elas ainda utilizam, equivocadamente, a pedagogia como base de sua metodologia de ensino, ou que pouco se fala ou pratica a andragogia dentro dessas metodologias. Nasce, portanto, nesse contexto uma possibilidade de ampliação desse estudo baseado na reflexão de que as instituições de ensino superior possuem adultos em sua totalidade de alunos, logo, faz-se necessário um redimensionamento das metodologias pedagógicas nessas instituições, ressaltando e apontando a

importância da Andragogia no papel de municiar o professor de alternativas inteligentes e eficazes para a obtenção de melhores resultados.

Vale destacar que a Educação Corporativa citada nesse trabalho, também requer uma maior amplitude de estudos, uma vez que são escassas as bibliografias acerca da educação do adulto no ambiente de trabalho e pouco se estuda sobre o acesso limitado dos trabalhadores ao saber científico, à valorização de sua cultura, ao reforço a ser dado a eles, em seu processo formativo, como sujeitos históricos, dotados de direitos e de vontades. Essa pesquisa limitou-se em verificar se a inserção da andragogia em treinamentos contribuía para aprendizagem dos sujeitos, valorizando seus conhecimentos prévios e aprimorando a retenção dessa aprendizagem. Contudo, vemos possibilidade de complementação desse estudo com outras pesquisas sobre aspectos mais aprofundados da gestão andragógica, incluindo os possíveis resultados que a sua influência provoca na produtividade e no clima organizacional; bem como relacioná-la à motivação dos funcionários e à comunicação interna empresarial.

Diante dessa conjuntura, a temática desse trabalho foi feliz ao fazer do Controle Estatístico de Processos o elemento integrador dos pressupostos traçados acerca de Educação Estatística e Trabalho, para atender à BNCC no que tange à busca por ferramentas que possibilitem o desenvolvimento das competências matemáticas essenciais aos estudantes, em especial a que descreve a necessidade de valorização das diversidades de saberes e vivências culturais para apropriação de conhecimentos e experiências que possibilitem o aprendiz entender as relações próprias do mundo do trabalho. E de fato, o CEP atende esse objetivo ao estender suas aplicações aos mais variados processos, serviços e produtos. Aqui, propomos a transposição de uma estatística altamente técnica para outra em que prevaleça o aspecto sistêmico que caracteriza uma área que possui vida e que clama por um estudo mais integral e integrado.

Certamente, aspectos da Teoria da Educação Estatística Crítica, de Lopes (2008) e Campos (2007), atrelados aos elementos andragógicos de Bressiani & Roman (2017) deram ao CEP de Shewhart uma nova roupagem, trazendo-o para o universo acadêmico como uma criação didática capaz de abrir novas portas para a compreensão e desenvolvimento dos conceitos

estatísticos. Além disso, ele configura-se como alternativa concreta para gerar mais prazer no aprendizado e desmistificar elementos obscuros dos livros didáticos, muitas vezes apresentados de forma superficial distante de uma situação concreta e prática.

A partir da vivência dessa pesquisa, muitas realidades e possibilidades surgiram em nossas reflexões ao final desse estudo. Segundo Bianchini et al. (2015) os aprendizes apreciam e possuem capacidade de realizar atividades que tomem como ponto de partida a pesquisa, pois se sentem envolvidos e convidados a participarem da aprendizagem. Evidenciou-se que a vivência de atividades de pesquisa que envolva coleta e análise de dados e que seja possibilitada a participação ativa dos aprendizes na construção da proposta tornam as aprendizagens matemáticas instigantes e reflexivas.

Um dos caminhos tomados por esse trabalho foi o uso do Excel como recurso tecnológico para suporte às situações contextualizadas da pesquisa. Não podemos afirmar que os alunos tiveram facilidade no uso dessa ferramenta. O desconhecimento tanto do software, como da terminologia relacionada à estatística, foram fatores que dificultaram o trabalho. Porém, pode-se afirmar que esse recurso computacional contribuiu para que o centro do processo fosse à interpretação e as inter-relações possíveis a respeito do fenômeno pesquisado, minimizando o tempo dos cálculos e traçado de tabelas e gráficos. O envolvimento no trabalho, a motivação ao explorar um novo recurso e a temática que partiu da realidade vivenciada, proporcionaram maior clareza na interpretação dos resultados produzidos. As dificuldades observadas no desenvolvimento dessa prática, especialmente, pareceram advir do desconhecimento por parte dos alunos do trabalho com dados estatísticos. Nossa proposta, apesar dos limites observados, foi muito exitosa, de fato significativa para os jovens aprendizes, pois os colocou em uma dinâmica ativa de aprendizagem.

Quanto ao impacto da pesquisa na INB/Caetité, observou-se que embora ela veja o uso do CEP como algo importante, ainda há um conhecimento muito limitado e aplicação de poucas ferramentas estatísticas nos processos da Unidade. A expectativa é que com o presente trabalho se inicie um novo ciclo de melhorias de qualidade e que essas melhorias sejam ampliadas aos demais processos dos setores pesquisados. Certo é que a

empresa viu no CEP a possibilidade de auxiliar na identificação e resolução de problemas e conseqüentemente uma oportunidade de crescimento e desenvolvimento da instituição.

Ao final, apesar do caráter incipiente dos temas tratados, esse trabalho de pesquisa revela-se exitoso, pois apresenta as aplicações do saber estatístico de forma acessível unindo teorias amplas e complexas como Andragogia e Educação Estatística Crítica. Além disso, deixa claro em seus resultados que dos elos entre Educação e Trabalho podem surgir várias possibilidades didáticas aplicáveis nos diversos níveis da educação formal e informal.

Assim, ciente da contribuição e da possibilidade de complementação dessa pesquisa, prosseguiremos auxiliando a Educação, em especial a Educação Matemática, em sua missão de transformar pessoas para que elas transformem a sociedade.

REFERÊNCIAS

ARANHA, A.V.S. Andragogia: avanço pedagógico ou “pedagogia de resultados” na educação profissional de alunos adultos/trabalhadores? In: **Educação em Revista** (UFMG), Belo Horizonte, n.36, 2002.

ARIÈS, P. **História Social da Criança e da Família**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1981.

BATANERO, C. **Didáctica de la estadística**. Granada: Universidad de Granada, 2001.

BIANCHINI, D. F.; BISOGNIN C.; SOARES, D.S. **Uma proposta didática para o ensino de estatística: o uso do excel para representação gráfica**. CINTED-UFRGS [online]. 2015, vol.13, n.2, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática - Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+): Ciências, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC20dezsit_e.pdf. Acesso 03 julho 2019.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação**; Câmara de Educação Básica. Parecer nº 5, de 4 de maio de 2011. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 10. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=8016-pceb005-11&Itemid=30192. Acesso em: 03 julho 2019.

BRASIL. **Relatório Anual do SESI, SENAI e IEL – 2017** / Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília: SESI/DN, 2018.

BRASIL. **Relatório Integrado da Indústrias Nucleares do Brasil 2018**. Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro: INB-Sede, 2019.

BRESSIANI, L. & ROMAN, H. R. A utilização da Andragogia em cursos de capacitação na construção civil. **Gest. Prod.** [online]. 2017, vol.24, n.4, 2017.

BRIGNOL, S.M.S. **Novas Tecnologias de Informação e Comunicação nas Relações de Aprendizagem da Estatística no Ensino Médio**. Faculdades Jorge Amado. Salvador, 2004. 65 f. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~abe/Monografia.pdf>. Acesso em: 15 de Março de 2019.

BRYMAN, A. **Quantity and quality in social research**. London: Routledge, 1988.

CAMPOS, C. R. **A Educação Estatística**: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em cursos de Graduação. Tese (Doutorado em Educação) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. **Educação Estatística**: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

CAMPOS, C. R.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. **Educação Estatística no contexto da educação crítica**. **Bolema**: Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, v. 24, n. 39, p. 473-494, ago. 2011.

CARNEIRO, V. C.; GARCIA. **Engenharia didática**: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. Zetetike, Campinas- UNICAMP. 2005, p. 85-118.

CAVALCANTI, R. A. **Andragogia: A Aprendizagem nos Adultos**. Revista de Clínica Cirúrgica da Paraíba, nº 6, ano 4, jul / 1999.

CHEVALLARD, Yves. **La tranposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Traduzida por Claudia Gilman. Editora Aique: Buenos Aires. 1991.

DAMIÃO, H. **Pré, inter e pós-acção**: planificação e avaliação em pedagogia. Coimbra: Minerva. 1996.

delMAS, R. C. Statistical literacy, reasoning and learning: a commentary. In: **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3. Disponível em: http://jse.amstat.org/v10n3/delmas_discussion.html, 2002.

FERRAZ, S. F. S.; LIMA, T. C. B.; SILVA, S. M. O. Contratos de aprendizagem: Princípios andragógicos e ferramenta de gestão da aprendizagem. In: **ENCO EM ADMINISTRAÇÃO-ENANPAD**, 28º, 2004, Salvador. Anais, Salvador: ANPAD, 2004. 1 CD-ROM.

FRANÇA, L. **Desafios e oportunidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2018. Disponível em: <https://www.somospar.com.br/desafios-e-oportunidades-da-base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 08 julho 2019.

FURTER, Pierre. **Educação Permanente e Desenvolvimento Cultural**. Trad. Teresa de Araújo Pena. Petrópolis: Ed. Vozes Limitada. 1974.

GAL, I. **Adult numeracy development**: theory, research, practice. Cresskill, NJ: Hampton Press, 2000.

GARFIELD, J. The challenge of developing statistical reasoning. In: **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3. Disponível em: <http://jse.amstat.org/v10n3/garfield.html>. 2002.

GITTERMAN, A. **Interactive Andragogy**: principles, methods, and skills. *Journal of Teaching in Social Work*, 24(3-4), 95-112, 2004. http://dx.doi.org/10.1300/J067v24n03_07.

GOECKS, R.. **Educação de adultos**: Uma abordagem andragógica. Disponível em: http://www.m2all.com.br/uploads/site_artigos/5_364_Educação%20de%20adultos.pdf. Acesso em: 02 de abril de 2019.

ILLERIS, K. What is special about adult learning? In P. Sutherland & J. Crowther (Eds.). **Lifelong learning: concepts and contexts** (pp. 15-23). London: Routledge. 2006.

ISO 7870-4: **Control charts – Part 4: Cumulative sum charts**. International Organization for Standardization, 2011.

ISO 8258 – **Shewhart Control Charts**. International Organization for Standardization, 1991.

KNOWLES, M. S. **Designs for adult learning**. Alexandria: American Society for Training and Development. 1995.

KNOWLES, M. S.. **The modern practice of adult education: Androgogy versus pedagogy**. New York: New York Association Pres, 1970.

KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. Tradução: Dário Ikuo Miyake, São Paulo: Editora Gente, 11^a ed, 1993.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1986.

LOPES, C. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. **Cad. Cedes**, Campinas (SP), v. 28, n. 74, p. 57-73, 2008.

MALLOWS, C., “The Zeroth Problem,” **The American Statistician**, 52, 1-9, 1998.

MARTINS, G. A. **Estudo de caso**: uma estratégia de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2006.

MATTOS, R. A. **Desenvolvimento de recursos humanos e mudança organizacional**. Rio de Janeiro: LTC – Livros técnicos e Científicos: Associação Nacional de Fundações – ANFUP, 1985.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2004.

MUNIZ, S. R. **Introdução à Análise Estatística de Medidas**. 2014. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1919031/mod_resource/content/0/Introducao_Estatistica_plc0016_14.pdf. Acesso em: 15 agosto 2019.

NOGUEIRA, S. M. A Andragogia: que contributos para a prática educativa? **Linhas**: Revista do Programa de Mestrado em Educação e Cultura, 5(2), 333-356, 2004.

NUNES, J. P. **Gráficos de Controle do processo**. Disponível em: <http://www.geocities.com/Eureka/Plaza/6813> . Acesso em: 12 jul. 2019.

OLIVEIRA, A. B. **Andragogia, facilitando a aprendizagem**. Educação do Trabalhador, v. 3, CNI-SESI, 1999.

OLIVEIRA, A. B. **A Essência Andragógica para Empresas**. MEd Education. University of Minnesota – USA. Instituto Andragógico de Desenvolvimento Humano: land, 2011.

PAIS, L. C. Didática da Matemática: uma análise da influência francesa. 2º ed. Belo Horizonte, Autêntica, 2001. (**Coleção Tendências em Educação Matemática**).

PERES, M. A.C. **A Andragogia no Limiar da Relação entre velhice, trabalho e educação**. In: Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n.20, p. 20 - 27, dez. 2005 - ISSN: 1676-2584.

POZZOBON, E.M.P. **Aplicação do Controle Estatístico de Processos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria (RS) - Pós Graduação em Engenharia de Produção. Santa Maria, 2001.

RIBEIRO, J. L. D.; CATEN, C. S. **Controle Estatístico de Processos**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. (Série Monográfica Qualidade).

SANTOS, R. V. “Jogos de empresas” aplicados ao processo de ensino e aprendizagem de contabilidade. Revista Contabilidade & Finanças - USP, São Paulo, n. 31, p. 78 - 95, janeiro/abril 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcf/v14n31/v14n31a06.pdf> .Acesso em 22 de Jun. de 2019.

SALOMON, D.V. **Como fazer uma monografia**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

SAMOHYL, R. W. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças. Instituto Adolfo Lutz. **Manual para elaboração de Cartas de Controle para monitoramento de processos de medição quantitativos**. São Paulo. Instituto Adolfo Lutz, 2013.

SCHISSATTI, M. **Uma metodologia de implantação de cartas de Shewhart para o controle de processo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação do Curso de Engenharia de Produção. Florianópolis, 1998.

SILVA, R.S.; BARONE, D.A.C.; BASSO, M.V.A. **O uso do Geogebra como ferramenta para a construção de conceitos matemáticos: um primeiro estudo envolvendo Cadeias de Markov**. RENOTE, v. 12, ed.1, 2014.

VIEIRA, S. **Estatística básica**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

WATSON, J. Assessing statistical thinking using the media. In: GAL, I. e GARFIELD, J. (orgs). **The assessment challenge in statistics education**. Amsterdã: IOS Press and International Statistical Institute, 1997.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. V1. Belo horizonte: Fundação Cristiano Ottoni. Escola de Engenharia, 1995.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXOS

Anexo I – Edital de Seleção dos Jovens Aprendizes

SELEÇÃO JOVEM APRENDIZ INB 2018

Inscrições

Período: 30/07 a 03/08/18 (de segunda a sexta-feira)

Horários: 8h30 às 11h30 e 13h30 às 16h30

Observação: Todas as fases do processo de seleção ocorrerão no Espaço INB - Praça da Catedral de Caetité, nº 23

Sorteio Público

Data: 08/08/18

Horário: 14h

Área de atuação

Inspeção de Análise de Qualidade

Requisitos

Faixa Etária: 18 a 21 anos

Escolaridade: a partir do 9º ano do Ensino Fundamental ou que tenham concluído o Ensino Médio (ou equivalente).

Documentos necessários - Somente para os sorteados!

Os candidatos sorteados serão convocados e deverão apresentar no dia **16/08/2018**, das 9 às 11h e das 14 às 16h, os originais e as cópias dos seguintes documentos:

a) Atestado de conclusão ou histórico escolar no caso de concluído ensino médio ou equivalente ou atestado comprovando que está cursando a 9ª série do ensino fundamental ou ensino médio, ou equivalente, conforme o requisito do curso; (original e cópia)

b) Certidão de nascimento (original e cópia)

c) CPF próprio do candidato (original e cópia);

d) Carteira de identidade (RG) (original e cópia);

e) 02 (duas) fotos 3x4 (três por quatro), recentes e iguais;

f) Comprovante de residência atual e com CEP (original e cópia);

g) Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS), (original e cópia das duas páginas de identificação);

h) Laudo médico atestando o tipo e o grau ou nível da deficiência, caso o candidato seja portador de algum tipo de deficiência.

i) PIS (original e cópia) (se não tiver a INB irá providenciar o cadastro)

j) Certificado Militar (para o sexo masculino) (original e cópia)

k) Cópia do cartão do Banco (banco, agência e conta corrente). Caso o candidato não tenha, será providenciado pelo mesmo, mediante carta de apresentação da INB, após a assinatura do contrato de aprendizagem.

Atenção! Os jovens a serem selecionados e contratados não poderão estar matriculados em outro curso gratuito de Aprendizagem Básica, Aprendizagem Técnica e Qualificação Profissional no SENAI.

Anexo II – Matéria divulgando resultado da Seleção

The screenshot shows a news article on the Sudoeste Bahia website. The article is titled "Selecionados os 15 novos Jovens Aprendizes da INB em Caetité" and is dated 08/08/2018 - 20:00. The main text reports that the 15 new Young Apprentices of the INB (Indústria Nuclear do Brasil) were selected in Caetité. The selection process took place on Wednesday (05) at the INB's headquarters in Caetité/BA, with 465 candidates competing for the positions. The selection was held in the Espaço INB, with radio and live streaming. The winners were announced one by one, and the journalist Jane Dantas, before starting the ceremony, emphasized the importance of the program for youth, stating that it is an opportunity to acquire new knowledge and the chance of the first job. She also mentioned that she was using the platform to wish good luck to all participants and left a message: "Se vocês não foram sorteados, não desanimem. O programa Jovens Aprendiz acontece todos os anos. Em algum momento você será contemplado" pontuou Cardoso.

Confira a lista dos sorteados: Thalyta Fernandes Burity; Juscelma Cardoso da Silva; Bruna Pereira Santos; Tati Fernanda Barbosa Santos; Werlessandra Souza VlasBoes; Daiane Lopes Teixeira; Alessandra de Oliveira Santos; Felipe de Souza Martins; Brenna Cavalho Pinto Pereira; Wlender Carlos G. Pereira; Jazirna Batista Carvalho; Niliane de Araújo G. Martins; Rafael Santos Guimarães; Edson Brito Freitas; Anderson Santos Silva.

Cadastro de Reserva - A área de Recursos Humanos da INB entrará em contato com os sorteados nos próximos dias. Os jovens sorteados deverão comparecer ao Espaço INB no dia 10 de agosto com a

The article includes a photo of a young man in a white shirt and glasses, and a video player showing a woman speaking. The website header features the "Sudoeste Bahia" logo and a navigation menu. The right sidebar contains a "vídeos" section with three video thumbnails and titles: "Campanha de trânsito alerta passageiros contra o transporte ilegal", "BRIMADO: RADIALISTA DENUNCIA FALTA DE INVESTIMENTO EM ESPORTE NA CIDADE", and "SENADORES ESTUDAM LEGALIZAR A MACONHA PARA USO RECREATIVO".

Fonte: <http://www.sudoestebahia.com/noticias/20593-2018/08/17/caetite-diretor-de-recursos-minerais-da-inb-afirma-estamos-prontos-para-voltar-a-produzir-uranio>

Anexo III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, ...*(nome do sujeito da pesquisa, nacionalidade, idade, estado civil, profissão, endereço, RG)*, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado **Controle Estatístico de Processos (CEP): uso de metodologias andragógicas na capacitação de jovens aprendizes na INB em Caetité/BA, visando à implantação dessa ferramenta na empresa**, cujos objetivos e justificativas são pesquisar sobre o ensino aprendizagem de um saber matemático (Estatística Básica) no contexto de prática laboral. Além disto, avaliar a Andragogia com um caminho metodológico para o ensino da estatística básica aplicada como ferramenta de trabalho dos jovens aprendizes da Unidade de Caetité/BA das Indústrias Nucleares do Brasil S.A.

A minha participação no referido estudo será no sentido de comparecer nas capacitações oferecidas pelo pesquisador, responder os devidos questionários, aplicar os conhecimentos adquiridos nos locais de trabalho e registrar nos diários de bordo o andamento e impressões sobre o trabalho desenvolvido.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo como Jovem Aprendiz da INB.

O pesquisador envolvido com o referido projeto é Lupicino Costa Teixeira, mestrando do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, e com ele poderei manter contato pelo telefone 77-3454-4870 ou 77-99160-7457.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas conseqüências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Caetité, 06 de junho de 2019.

Nome e assinatura do sujeito da pesquisa

Nome(s) e assinatura(s) do(s) pesquisador(es) responsável(responsáveis)

RÚBRICA DO SUJEITO DE PESQUISA

RÚBRICA DO PESQUISADOR

Anexo IV – Diagnóstico inicial dos aprendizes

DIAGNÓSTICO INICIAL DOS JOVENS APRENDIZES EM RELAÇÃO A ESTATÍSTICA BÁSICA APLICADA AO CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

PESQUISA: Controle Estatístico de Processos (CEP): uso de metodologias andragógicas na capacitação de jovens aprendizes na INB em Caetité/BA, visando à implantação dessa ferramenta na empresa

PESQUISADOR: LUPICINO COSTA TEIXEIRA **DATA:** ____ / ____ / ____

NOME (OPCIONAL): _____ **IDADE:** _____

ESCOLARIDADE: _____

ENSINO MÉDIO CURSADO EM: ESCOLA PÚBLICA ESCOLA PRIVADA

CONCEITOS BÁSICOS DA ESTATÍSTICA

1 - Julgue as afirmativas abaixo, indicando V para as verdadeiras e F para as falsas. Em seguida, dê um exemplo de cada afirmação considerada verdadeira.

a. () População: conjuntos de todos os itens ou elementos; Ex: _____

b. () Parâmetro: característica que descreve a população; Ex: _____

c. () Amostra: uma parte da população que será analisada; Ex: _____

d. () Variável: característica mensuráveis da população que será analisada; Ex: _____

e. () Dado: valor coletado no estudo; Ex: _____

f. () A média é um número central que representa o conjunto de dados de uma determinada variável. Assim também a mediana, a moda, a média ponderada e a média geométrica são responsáveis por análises das observações procurando um número central estratégico.

Ex: _____

g. () A variância e o desvio padrão visam medir o distanciamento dos dados de uma variável em relação à média. Ex: _____

Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

INTRODUÇÃO À TEORIA BÁSICA DE GRÁFICOS DE CONTROLE

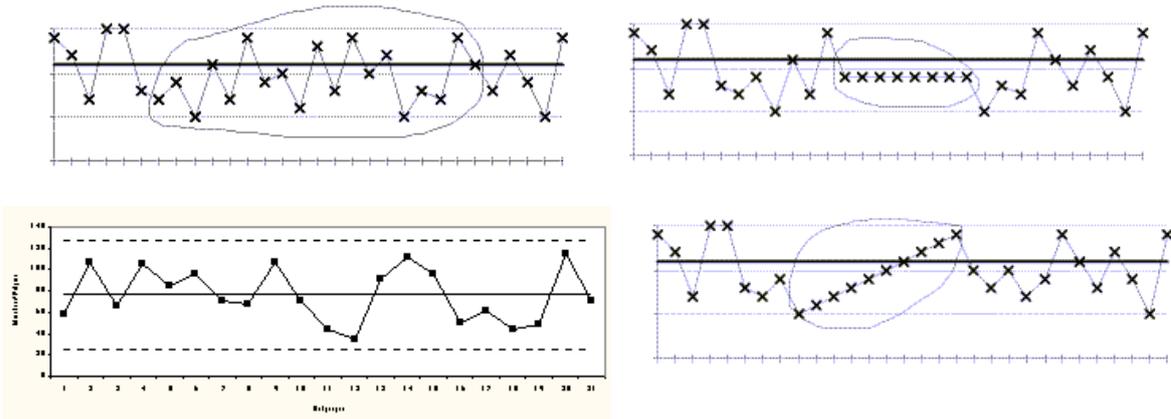
2 - Em termos gerais, o gráfico de controle é utilizado na detecção de alterações inusitadas de uma ou mais características de um processo ou produto. Em outras palavras, é uma ferramenta estatística que desperta para a presença de situações não conformes dentro de um processo. Os Gráficos de Controle típicos exibem três linhas paralelas ao eixo 'x':

- Linha Central: representa o valor médio do característico de qualidade exigido pela fábrica.
- Linha Superior: representa o limite superior de controle (LSC).
- Linha Inferior: representa o limite inferior de controle (LIC).

Agora, classifique os 4 gráficos de controle apresentados, relacionando-os às opções de controle de processos descritas a seguir:

I – para o gráfico de Processo sob controle estatístico: Diz-se que um processo está sob controle estatístico quando todos os pontos estão entre os limites de controle superior e inferior e não seguem qualquer padrão especial.

II - para Processo fora de controle estatístico: Diz-se que um processo está fora de controle estatístico quando um ou mais pontos localizam-se além dos limites de controle superior e inferior.



Caso desconheça totalmente o conteúdo ou não tenha compreendido o comando do enunciado para resolver a situação apresentada, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta questão:

Anexo V - Tabelas e resultados coletados em cada processo nestas situações, produzidas pelos aprendizes em Excel

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Cópias da impressora		Código do Aprendiz: J1ADM	
Unidade da Variável: Quantidade de cópias		Quantidade da População: 207017	
Amostra		Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	19/07/2019	145	-
2	22/07/2019	198	53
3	23/07/2019	158	40
4	24/07/2019	418	260
5	25/07/2019	229	229
6	29/07/2019	488	259
7	30/07/2019	517	29
8	31/07/2019	550	33
9	01/08/2019	249	301
10	02/08/2019	544	295
11	05/08/2019	281	263
12	06/08/2019	344	63
13	07/08/2019	313	31
14	08/08/2019	348	35
15	09/08/2019	326	22
Totais:		5108	1913
Média		340,5333333	136,6428571
Mediana		326	
Moda		AMODAL	
Desvio padrão amostral		136,651207	
Desvio padrão populacional		132,0176083	
Desvio médio		110,0355556	
Variância		18673,55238	
Amplitude total		405	

Carta Individual	
LSC	340,53+0,86*136,64=458,07
LC	340,53
LIC	340,53-0,86*136,64=223,05

Carta de Amplitude Móvel	
LCS	1,653*136,64=225,86
LC	136,64
LIC	0,347*136,64=47,41

$$LSC = \bar{X} + E_2 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \bar{MR}$$

$$LSC = D_4 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{MR}$$

$$LIC = D_3 \bar{MR}$$

Dados para o CEP								
Processo Piloto: Monitoração Radiológica Ocupacional - Ponto 1106							Código do Aprendiz: J2RAD	
Unidade da Variável: Nanosievert (nSv/h)				Quantidade da População: Monitoração Radiológica na AA 110-140 de 16h às 00h				
Amostra	Período de Coleta	Replicatas					Média	Desvio Padrão
		1	2	3	4	5		
1	24/jul	971	966	1040	1190	1300	1093,4	146,6962849
2	25/jul	1140	1190	1300	1010	1090	1146	108,7658034
3	27/jul	1090	1000	974	876	1210	1030	126,245792
4	29/jul	1670	1590	1070	1730	1720	1556	277,2724292
5	30/jul	960	980	1060	1090	1010	1020	54,31390246
6	31/jul	1590	1820	1410	1530	1540	1578	150,5656003
7	01/ago	1580	1600	1630	2130	1380	1664	278,4420945
8	02/ago	930	960	990	1070	1160	1022	93,11283478
9	05/ago	686	2840	931	3810	3980	2449,4	1562,182384
10	06/ago	701	2690	9840	3630	4060	4184,2	3415,990076
11	08/ago	2900	2890	2780	2940	2860	2874	59,83310121
12	09/ago	1660	1490	1210	1710	1210	1456	238,9142105
13	10/ago	1620	1520	1540	1560	1440	1536	65,42170894
14	11/ago	1500	1570	1590	1610	1530	1560	44,72135955
15	12/ago	1710	1500	2320	2450	1460	1888	465,8003864
Médias Gerais:							1737,13	472,5518645

Carta Média (1106)	
LSC	1737,13+0,789*472,55=2109,97
LC	1737,13
LIC	1737,13-0,789*472,55=1364,29

Carta Desvio Padrão (1106)	
LCS	1,572*472,55=742,84
LC	472,55
LIC	0,428*472,55=202,25

Carta Média (1401)	
LSC	1276,23+0,789*462,91=1641,46
LC	1276,23
LIC	1276,23-0,789*462,91=911

Carta Desvio Padrão (1401)	
LCS	1,572*462,91=727,69
LC	462,91
LIC	0,428*462,91=198,12

$$LSC = \bar{X} + A_3\bar{s}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - A_3\bar{s}$$

$$LSC = B_4\bar{s}$$

$$LC = \bar{s}$$

$$LIC = B_3\bar{s}$$

Dados para o CEP								
Processo Piloto: Monitoração Radiológica Ocupacional - Ponto 1401							Código do Aprendiz: J2RAD	
Unidade da Variável: Nanosievert (nSv/h)				Quantidade da População: Monitoração Radiológica na AA 110-140 de 16h às 00h				
Amostra	Período de Coleta	Replicatas					Média	Desvio Padrão
		1	2	3	4	5		
1	24/jul	884	820	629	634	712	735,8	113,3454895
2	25/jul	840	820	810	830	790	818	19,23538406
3	27/jul	596	1140	1060	964	900	932	208,9210377
4	29/jul	1390	1410	1460	1540	1310	1422	85,26429499
5	30/jul	770	800	820	850	840	816	32,09361307
6	31/jul	727	483	1010	692	747	731,8	187,8395592
7	01/ago	1070	1190	1120	831	788	999,8	179,5165731
8	02/ago	1020	1070	1040	1420	1060	1122	167,6901905
9	05/ago	866	3440	961	6360	5910	3507,4	2616,080236
10	06/ago	991	1630	3450	6810	6060	3788,2	2592,724667
11	08/ago	1170	1740	1900	1190	1260	1452	342,3010371
12	09/ago	599	598	616	647	710	634	46,87749993
13	10/ago	220	296	280	400	450	329,2	93,61196505
14	11/ago	412	394	386	402	512	421,2	51,66430102
15	12/ago	1420	1120	1390	1640	1600	1434	206,5913841
Médias Gerais:							1276,23	462,9171488

Processo Piloto: Amostras de Radio e Chumbo analisadas			Código do Aprendiz: J3AMB				
Unidade da Variável: Quantidade de amostras analisadas por dia			Quantidade da População: 480 amostras por mês				
RÁDIO			CHUMBO				
<i>SITUAÇÃO 5 – Os dados coletados em seu processo revelam:</i>			<i>SITUAÇÃO 5 – Os dados coletados em seu processo revelam:</i>			Carta Individual Rádio	Carta de Amplitude Móvel Rádio
Nº de Subgrupos m	Valores Individuais (I)	Amplitude Móvel	Nº de Subgrupos m	Valores Individuais (I)	Amplitude Móvel	LSC	LCS
1	25	-	1	24	-	25,6 + 0,86 * 11,92 = 35,85	1,653 * 11,92 = 19,70
2	18	7	2	22	2	25,6	11,92
3	23	5	3	44	22	25,6 - 0,86 * 11,92 = 15,35	0,347 * 11,92 = 4,13
4	24	1	4	24	20		
5	51	27	5	68	44		
6	23	28	6	21	47		
7	41	18	7	46	25		
8	43	2	8	42	4		
9	34	9	9	35	7		
10	13	21	10	20	15		
11	26	13	11	31	11		
12	12	14	12	18	13		
13	7	5	13	9	9		
14	23	16	14	21	12		
15	22	1	15	38	17		
Médias:	25,66	11,92	Médias:	30,86	17,71		
Totais:	385	167	Totais:	463	248		
Amplitude:	44		Amplitude:	59			
Moda:	23		Moda:	24			
Mediana:	23		Mediana:	24			
Desvio padrão amostral:	12,06924466		Desvio padrão amostral:	14,88463573			
Desvio padrão populacional:	11,65999809		Desvio padrão populacional:	14,37992428			
Desvio médio:	8,88888889		Desvio médio:	11,72444444			
Variância:	145,666667		Variância:	221,552381			

$$LSC = \bar{X} + E_2 \overline{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \overline{MR}$$

$$LSC = D_4 \overline{MR}$$

$$LC = \overline{MR}$$

$$LIC = D_3 \overline{MR}$$

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Montagem da Pilha		Código do Aprendiz: J4PRO	
Unidade da Variável: Toneladas		Quantidade da População: Pilha de 15 mil toneladas	
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	02/05/2019	159	-
2	06/05/2019	151	8
3	07/05/2019	237	86
4	09/05/2019	278	41
5	10/05/2019	244	34
6	13/05/2019	159	85
7	14/05/2019	207	48
8	15/05/2019	354	147
9	20/05/2019	123	231
10	27/05/2019	154	31
11	30/05/2019	306	152
12	03/06/2019	446	140
13	07/06/2019	281	165
14	11/06/2019	710	429
15	12/06/2019	514	196
Totais:		288,2	128,071
Moda:		159	
Mediana:		244	
Desvio Médio:		118,53	
Variância:		26234,46	
Desvio Padrão:		161,97	
Amplitude Total:		587	

Carta Individual	
LSC	288,2+0,863*128,07=398,72
LC	288,2
LIC	288,2-0,863*128,07=177,67

Carta de Amplitude Móvel	
LCS	1,653*128,07=211,69
LC	128,07
LIC	0,347*128,07=44,44

$$LSC = \bar{X} + E_2 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \bar{MR}$$

$$LCS = D_4 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{MR}$$

$$LIC = D_3 \bar{MR}$$

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Saídas de água mineral galões de 20L		Código do Aprendiz: J5ALM	
Unidade	da Variável :Galões por dia	Quantidade da População: 250 galões/mês	
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	18/jul	51	-
2	19/jul	54	3
3	22/jul	40	14
4	23/jul	45	5
5	24/jul	30	15
6	25/jul	54	24
7	29/jul	50	4
8	30/jul	39	11
9	31/jul	38	1
10	01/ago	43	5
11	02/ago	44	1
12	05/ago	44	0
13	06/ago	34	10
14	07/ago	30	4
15	08/ago	22	8
16	09/ago	51	19
17	12/ago	48	3
18	13/ago	32	16
19	14/ago	28	4
20	15/ago	52	24
21	16/ago	39	13
22	19/ago	36	3
23	20/ago	40	4
24	21/ago	24	16
25	22/ago	64	40
Totais:		1032	247
média		41,28	10,29166667
Amplitude total			42
Moda			Amodal
mediana			40
desvio padrao amostral			10,38636927
desvio padrao populacional			10,176522
desvio medio			8,3712
variancia			107,8766667

Carta Individual	
LSC - A	46,37824967
LSC - B	44,67883311
LSC - C	42,97941656
LC	41,28
LIC - C	39,58058344
LIC - B	37,88116689
LIC - A	36,18175033

Carta de Amplitude Móvel	
LSC - A	15,85945833
LSC - B	14,00352778
LSC - C	12,14759722
LC	10,29166667
LIC - C	8,435736111
LIC - B	6,579805556
LIC - A	4,723875

$$LSC = \bar{X} + E_2 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \bar{MR}$$

$$LSC = D_4 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{MR}$$

$$LIC = D_3 \bar{MR}$$

E2 = 0,495376486

Dados para o CEP				Carta de Controle Individual	
Processo Piloto: Abertura de OS's - Total Geral		Código do Aprendiz: J6MAN		LSC - A	51,62484211
Unidade da Variável: Número de OS's A/Sem		Quantidade da População: Total de OS's Abertas desde 2011.		LSC - B	46,32884211
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel	LSC - C	41,03284211
1	28/04/2019 a 04/05/2019	14	-	LC	35,73684211
2	05/05/2019 a 11/05/2019	26	12	LIC - C	30,44084211
3	12/05/2019 a 18/05/2019	50	24	LIC - B	25,14484211
4	19/05/2019 a 25/05/2019	58	8	LIC - A	19,84884211
5	26/05/2019 a 01/06/2019	48	10		
6	02/06/2019 a 08/06/2019	33	15	Carta de Controle de Amplitude Móvel	
7	09/06/2019 a 15/06/2019	58	25	LSC - A	30,39683333
8	16/06/2019 a 22/06/2019	14	44	LSC - B	26,39418519
9	23/06/2019 a 29/06/2019	31	17	LSC - C	22,39153704
10	30/06/2019 a 06/07/2019	36	5	LC	18,38888889
11	07/07/2019 a 13/07/2019	77	41	LIC - C	14,38624074
12	14/07/2019 a 20/07/2019	15	62	LIC - B	10,38359259
13	21/07/2019 a 27/07/2019	35	20	LIC - A	6,380944444
14	28/07/2019 a 03/08/2019	21	14		
15	04/08/2019 a 10/08/2019	18	3		
16	11/08/2019 a 17/08/2019	38	20		
17	18/08/2019 a 24/08/2019	38	0		
18	25/08/2019 a 31/08/2019	32	6		
19	01/09/2019 a 07/09/2019	37	5		
Totais:		679	331		
Média		35,73684211	18,38888889		
Amplitude		63			
Desvio Padrão		16,84188596			
Desvio Médio		12,4598338			
Variância		283,6491228			
Moda		14			
Mediana		33			

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Fechamento de OS's - Total Geral		Código do Aprendiz: J7MAN	
Unidade da Variável: Numero de OS'sF/Sem		Quantidade da População: Total de OS's Fechadas desde 2000.	
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	28/04/2019 a 04/05/2019	14	-
2	05/05/2019 a 11/05/2019	12	2
3	12/05/2019 a 18/05/2019	15	3
4	19/05/2019 a 25/05/2019	28	13
5	26/05/2019 a 01/06/2019	19	9
6	02/06/2019 a 08/06/2019	9	10
7	09/06/2019 a 15/06/2019	19	10
8	16/06/2019 a 22/06/2019	5	14
9	23/06/2019 a 29/06/2019	12	7
10	30/06/2019 a 06/07/2019	19	7
11	07/07/2019 a 13/07/2019	4	15
12	14/07/2019 a 20/07/2019	8	4
13	21/07/2019 a 27/07/2019	12	4
14	28/07/2019 a 03/08/2019	1	11
15	04/08/2019 a 10/08/2019	18	17
16	11/08 a 17/08	24	6
17	18/08 a 24/08	22	2
18	18/08 a 24/09	18	4
19	18/08 a 24/10	11	7
Totais:		270	145
Medias:		14,21052632	8,055555556

$$LSC = \bar{X} + E_2 \overline{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \overline{MR}$$

$$LSC = D_4 \overline{MR}$$

$$LC = \overline{MR}$$

$$LIC = D_3 \overline{MR},$$

	Disciplinas	Desv. Padrão	Desv. Médio
Total		7,050835817	5,466666667

Carta Individual	LCS - A	21,17052632
	LCS - B	18,44701754
	LCS - C	15,72350877
	LC	13
	LCI - C	10,27649123
	LCI - B	7,552982456
	LCI - A	7,250526316

Dados para Cálculo:
2,723508772
1,438611111

Carta de Amplitude Móvel	LCS - A	13,31583333
	LCS - B	11,87722222
	LCS - C	10,43861111
	LC	9
	LCI - C	7,561388889
	LCI - B	6,122777778
	LCI - A	2,795277778

Dados para o CEP			ZONAS	
Processo Piloto: Bermas e taludes		Código do Aprendiz: J8LAV	LSC - A	14
Unidade da Variável:	não conformidades	Quantidade da População: 10	LSC - B	12
Processo/Item Avaliado	Período de Coleta	Quantidade de Não Conformidades	LSC - C	10
1	16\10\2018	8	LC	8
2	31\10\2018	7	LIC - C	6
3	20\11\2018	6	LIC - B	4
4	03\12\2018	8	LIC - A	2
5	18\12\2018	8		
6	16\01\2019	8		
7	01\02\2019	8		
8	13\02\2019	8		
9	27\06\2019	8		
10	16\07\2019	8		
11				
12				
13				
14				
15				
Totais:				
Média		7,7		
Mediana		8		
Moda		8		
Desvio padrão amostral		0,674948558		
Desvio padrão populacional		0,640312424		
Desvio médio		0,48		
Variância		0,455555556		
Amplitude total				

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k}$$

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Controle diário da quantidade de pessoas que entram na empresa pelo PV1 em horário administrativo;		Código do Aprendiz: J9QUA	
Unidade da Variável: Número de pessoas		Quantidade da População: 398	
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	19/07/2019	193	-
2	22/07/2019	195	2
3	23/07/2019	201	6
4	24/07/2019	196	5
5	25/07/2019	198	2
6	29/07/2019	216	18
7	30/07/2019	234	18
8	31/07/2019	224	10
9	01/08/2019	231	7
10	02/08/2019	215	16
11	02/08/2019	212	3
12	06/08/2019	220	8
13	07/08/2019	223	3
14	08/08/2019	230	7
15	09/08/2019	210	20
Totais:		3198	125
média		213,2	8,928571429
Amplitude		41	
Moda		AMODAL	
mediana		215	
desvio padrao amostral		13,96014736	
desvio padrao populacional		13,48678365	
desvio medio		11,65333333	
variancia		194,8857143	
INDIVIDUAL		AMPLITUDE	
LSC	220,904	LSC	14,757
LC	213,2	LC	8,928
LIC	205,496	LIC	3,098

CEP - Controle diário da quantidade de pessoas que entram na empresa pelo PV1 em horário administrativo;			
Carta Individual		Carta de Amplitude Móvel	
LSC	$213,2 + 0,863 * 8,928 = 220,904$	LCS	$1,653 * 8,928 = 14,757$
LC	213,2	LC	8,928
LIC	$213,2 - 0,863 * 8,928 = 205,496$	LIC	$0,347 * 8,928 = 3,098$

$$LSC = \bar{X} + E_2 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \bar{MR}$$

E2= 0,863
D4=1,653
D3=0,347

$$LSC = D_4 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{MR}$$

$$LIC = D_3 \bar{MR}$$

Dados para o CEP			
Processo Piloto: Controle diário de abastecimento de veículos a Diesel nas bombas de combustível da Unidade.		Código do Aprendiz: J9QUA	
Unidade da Variável: Litros		Quantidade da População: 5000	
Amostra	Período de Coleta	Dado Coletado	Amplitude Móvel
1	03/06/2019	350	-
2	05/06/2019	719	369
3	07/06/2019	648	71
4	10/06/2019	300	348
5	12/06/2019	464	164
6	17/06/2019	350	114
7	18/06/2019	121	229
8	19/06/2019	552	431
9	25/06/2019	342	210
10	27/06/2019	300	42
11	28/06/2019	263	37
12	05/07/2019	153	110
13	09/07/2019	46	107
14	10/07/2019	390	344
15	15/07/2019	550	160
Totais:		5548	2736
média		369,8666667	195,4285714
Amplitude total		673	
Moda		350	
mediana		350	
desvio padrao amostral		191,00182	
desvio padrao populacional		184,5252888	
desvio medio		147,1733333	
variancia		36481,69524	
INDIVIDUAL		AMPLITUDE	
LSC	538,5	LSC	323,02
LC	369,86	LC	195,42
LIC	201,22	LIC	67,81

CEP - Controle diário de abastecimento de veículos a Diesel nas bombas de combustível da Unidade.			
Carta Individual		Carta de Amplitude Móvel	
LSC	$*195,42 = 538,50$	LCS	$1,653 * 195,42 = 323,02$
LC	369,86	LC	195,42
LIC	$*195,42 = 201,22$	LIC	$0,347 * 195,42 = 67,81$

$$LSC = \bar{X} + E_2 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LIC = \bar{X} - E_2 \bar{MR}$$

E2= 0,863
D4=1,653
D3=0,347

$$LSC = D_4 \bar{MR}$$

$$LC = \bar{MR}$$

$$LIC = D_3 \bar{MR}$$

Dados para o CEP		
Processo Piloto: Controlar quantidade de não conformidades dos principais macroprocessos da Unidade baseando-se nos ofícios de 2019 do órgão fiscalizador CNEN.		Código do Aprendiz: J10LIC
Unidade da Variável:	Nº de Não Conformidades	Quantidade da População: 75
Processo/Item Avaliado	Período de Coleta	Quantidade de Não Conformidades
Autorização para Operação Permanente	2019	4
Depósito de Estéril	2019	2
Garantia da Qualidade	2019	8
Gerência de Rejeitos	2019	3
Proteção Radiológica Ambiental	2019	16
Processos Produtivos	2019	5
Proteção Física	2019	2
Proteção Radiológica Ocupacional	2019	30
Manutenção	2019	5
Totais:		
Média	8	
Mediana	5	
Moda	2 ; 5	
Amplitude	28	
Desvio padrão	9,20597632	
Desvio médio	6,518518519	
Variância	84,75	

Carta C	
LSC	8 + 3*3 = 17
LC	8
LIC	8 - 3*3 = 0

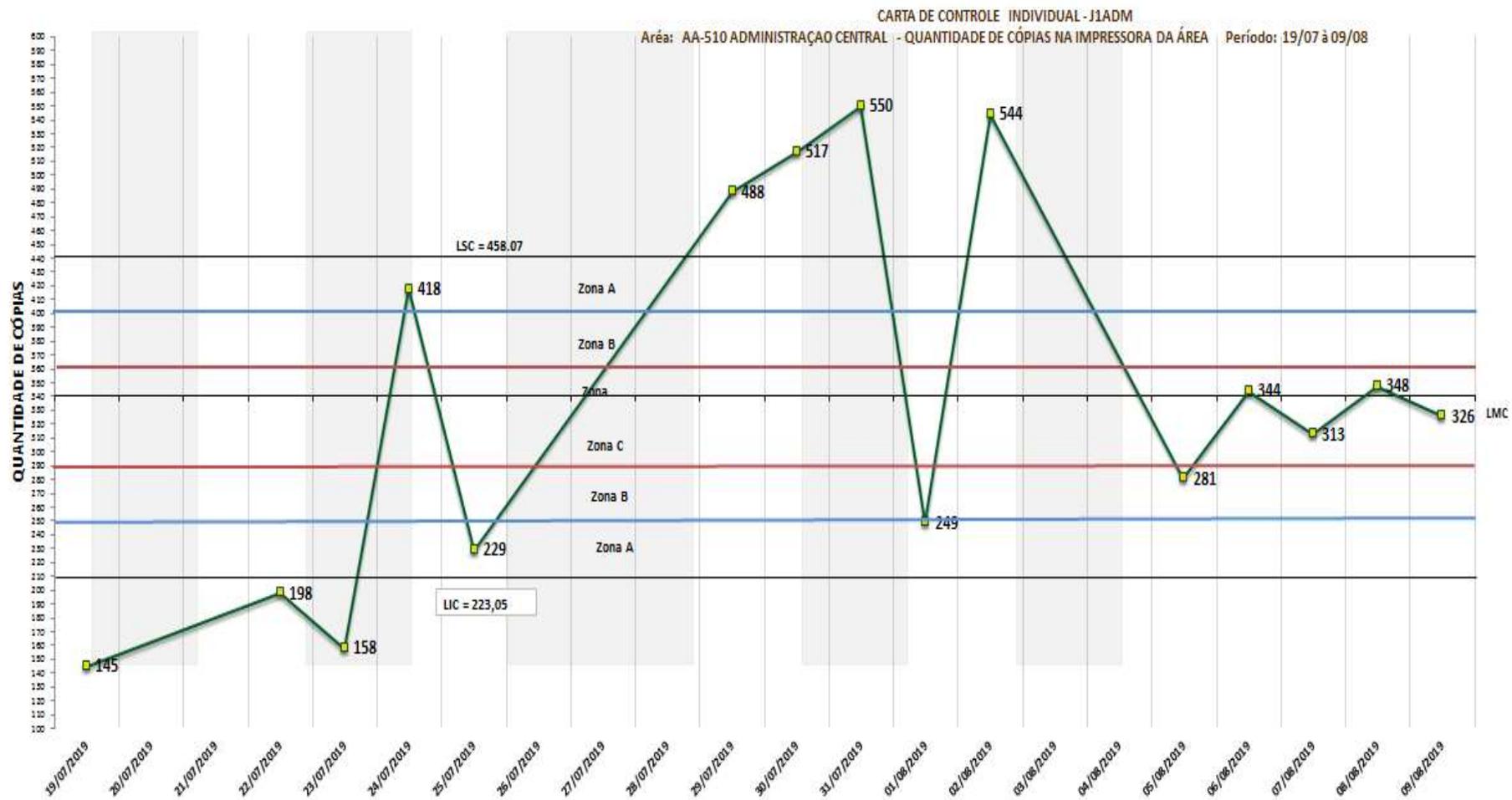
$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k}$$

$$S_{\bar{c}} = \sqrt{\bar{c}}$$

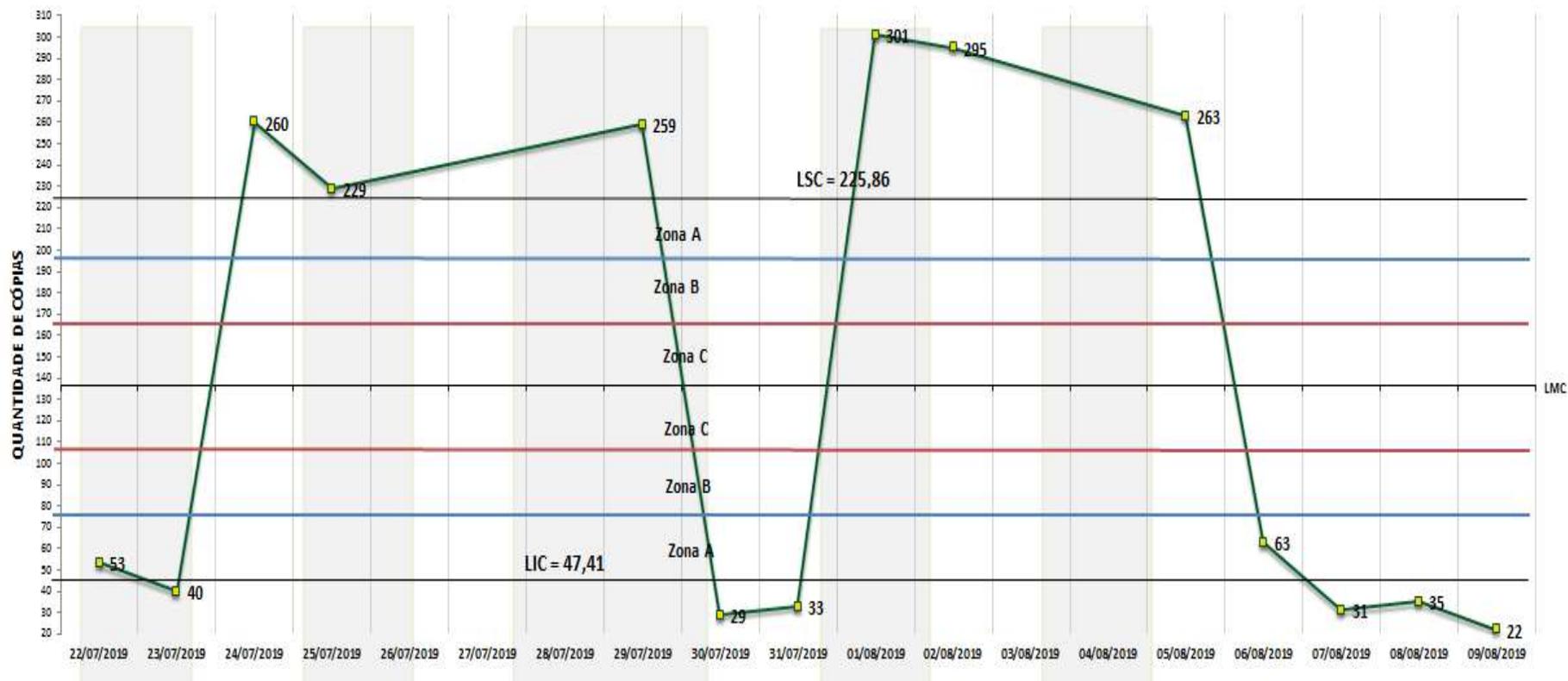
$$\begin{aligned} LCS &= \bar{c} + 3 S_{\bar{c}} \\ LC &= \bar{c} \\ LCI &= \bar{c} - 3 S_{\bar{c}} \end{aligned}$$

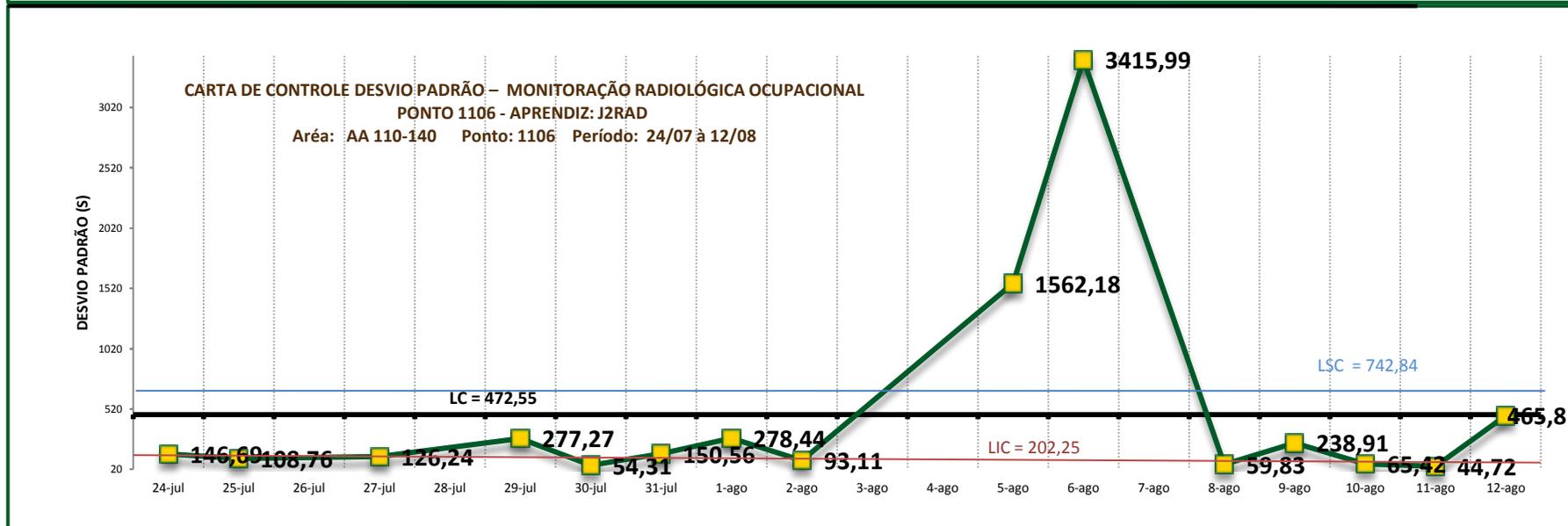
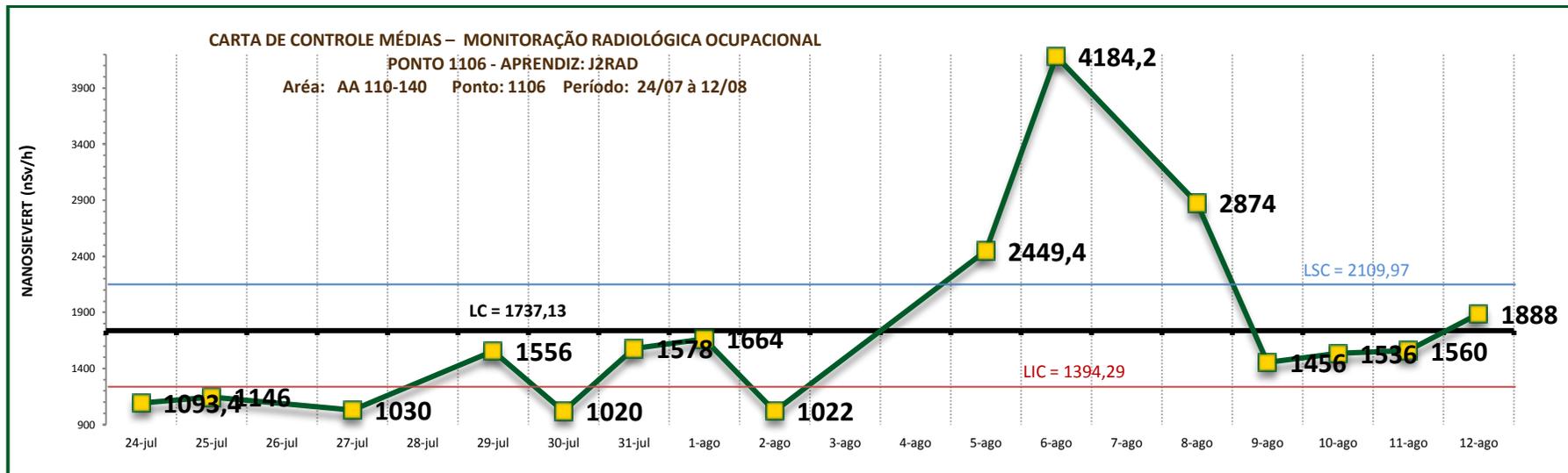
ZONAS	
LCS - A	17
LCS - B	14
LCS - C	11
LC	8
LCI - C	5
LCI - B	2
LCI - A	0

Anexo VI - Cartas de controle dos processos pilotos produzidas pelos aprendizes



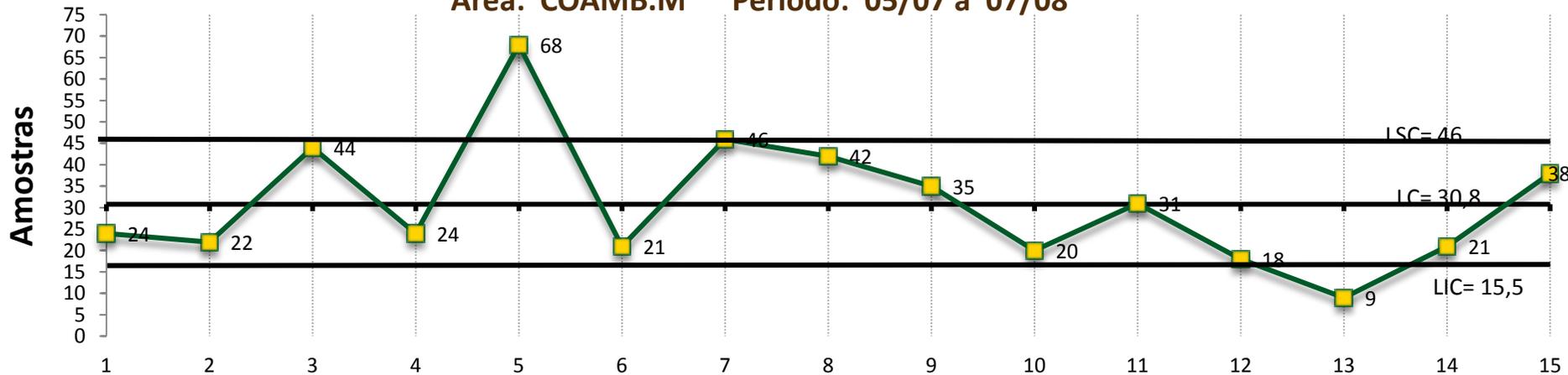
CARTA DE CONTROLE AMPLITUDE MÓVEL - J1ADM
 Área: AA-510 ADMINISTRAÇÃO CENTRAL - QUANTIDADE DE CÓPIAS NA IMPRESSORA DA ÁREA Período: 19/07 à 09/08



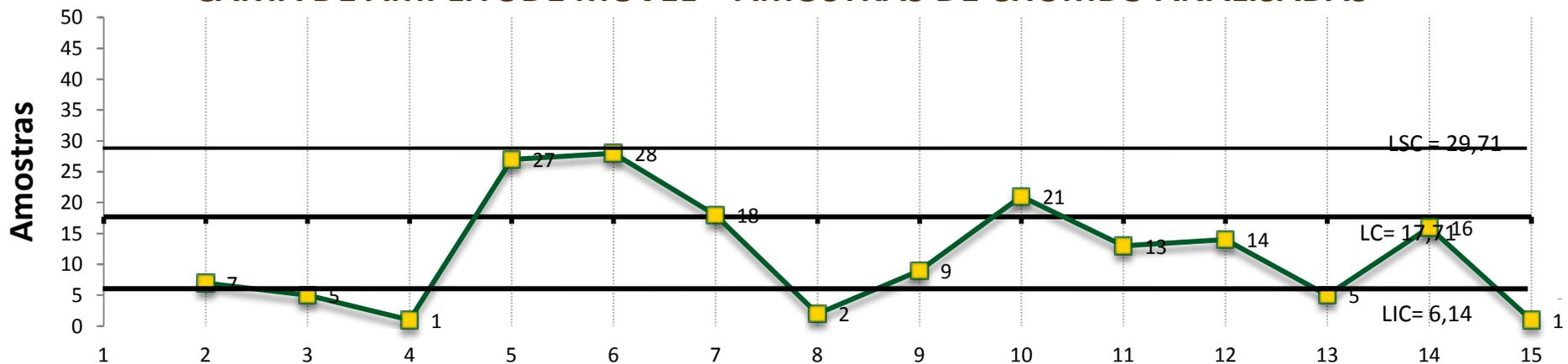


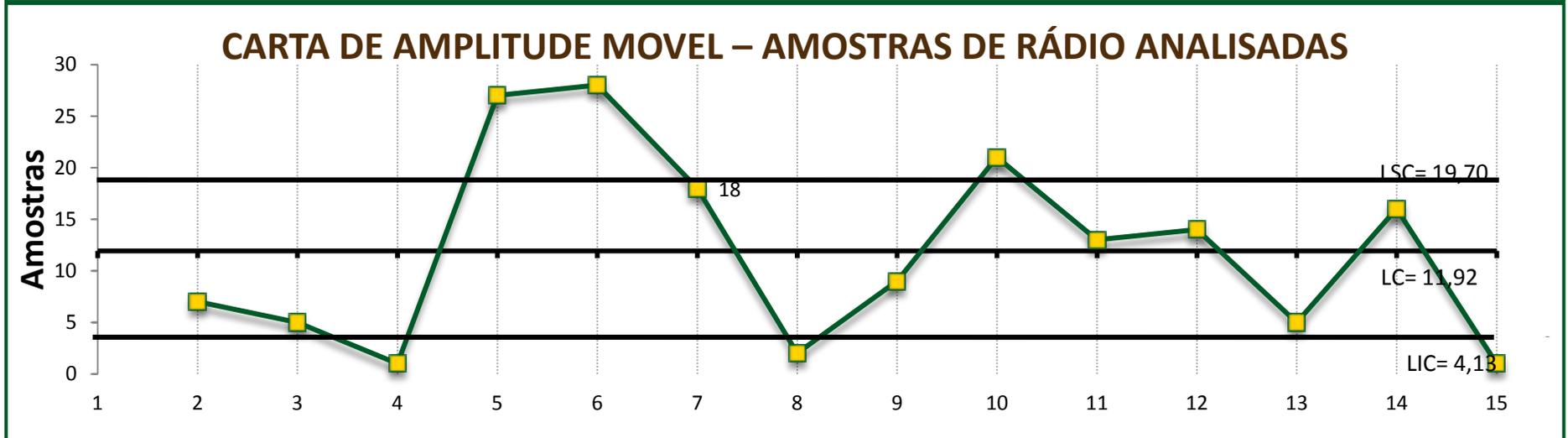
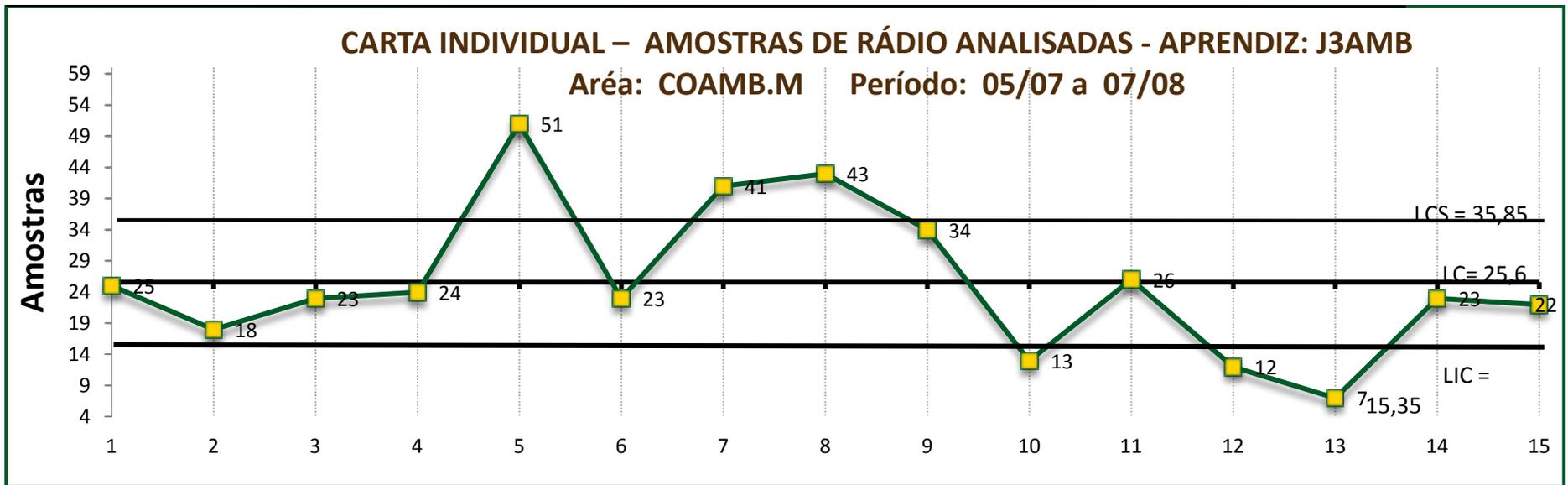
CARTA INDIVIDUAL- AMOSTRAS DE CHUMBO ANALISADAS - APRENDIZ J3AMB

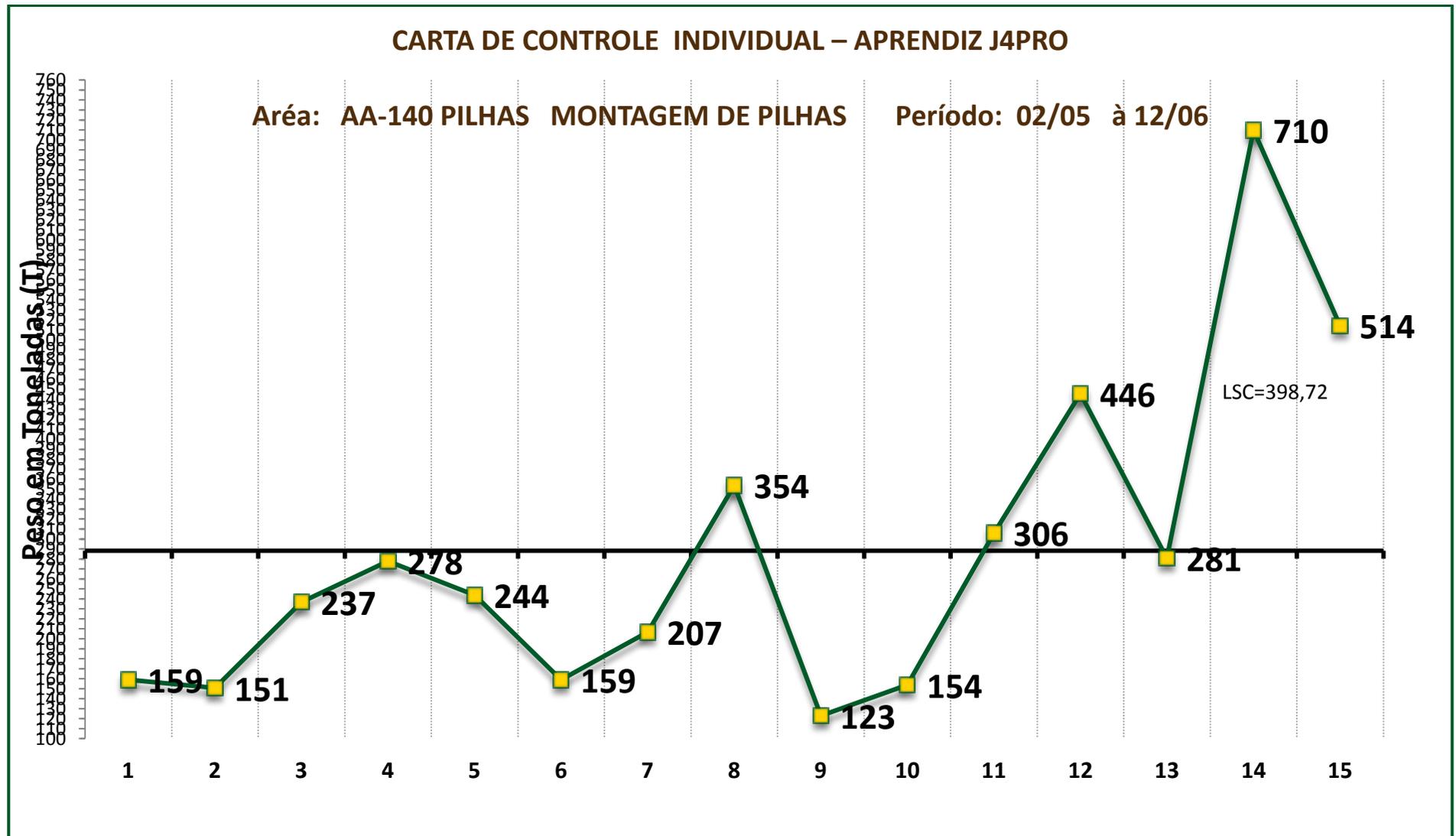
Área: COAMB.M Período: 05/07 a 07/08

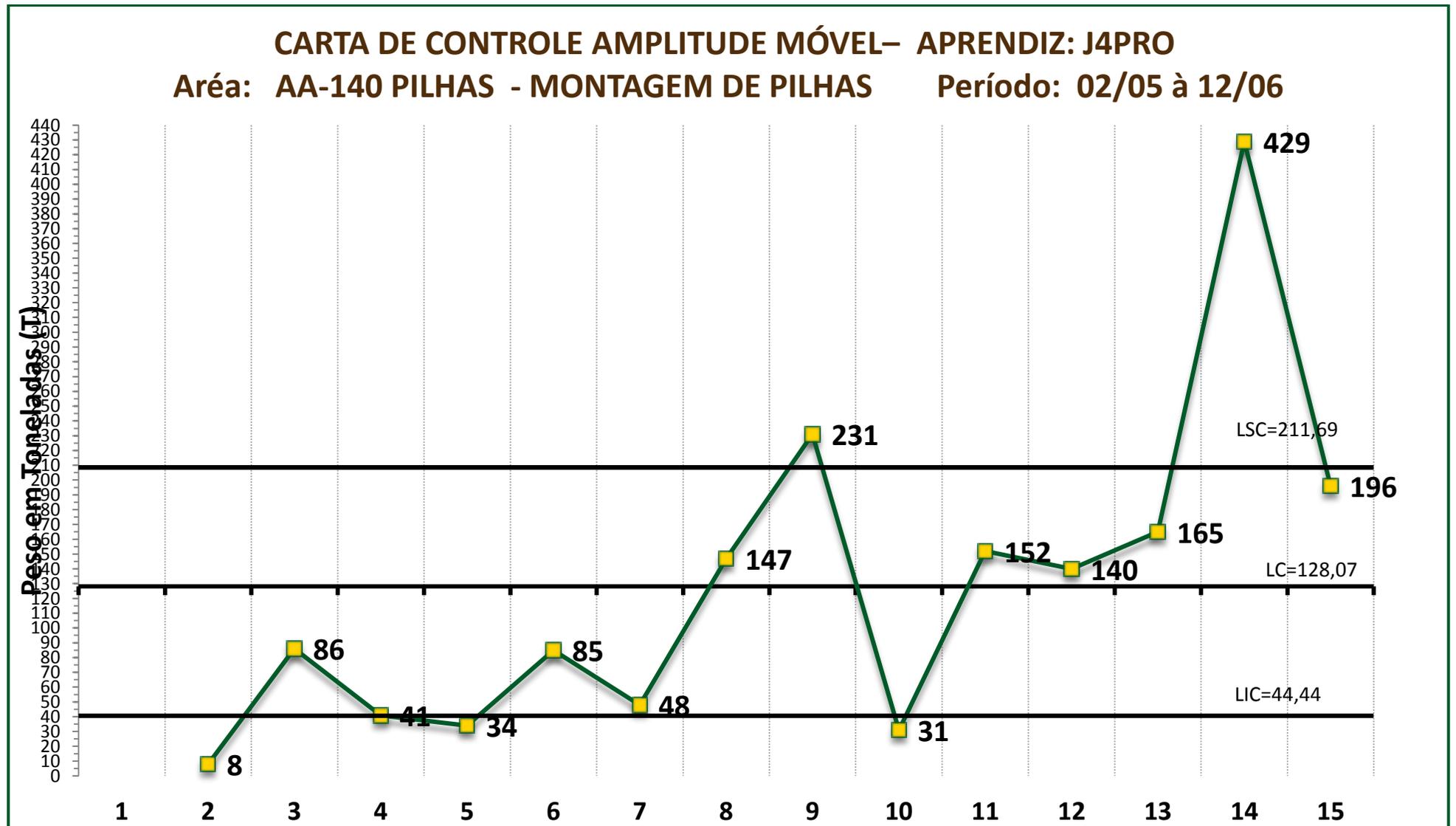


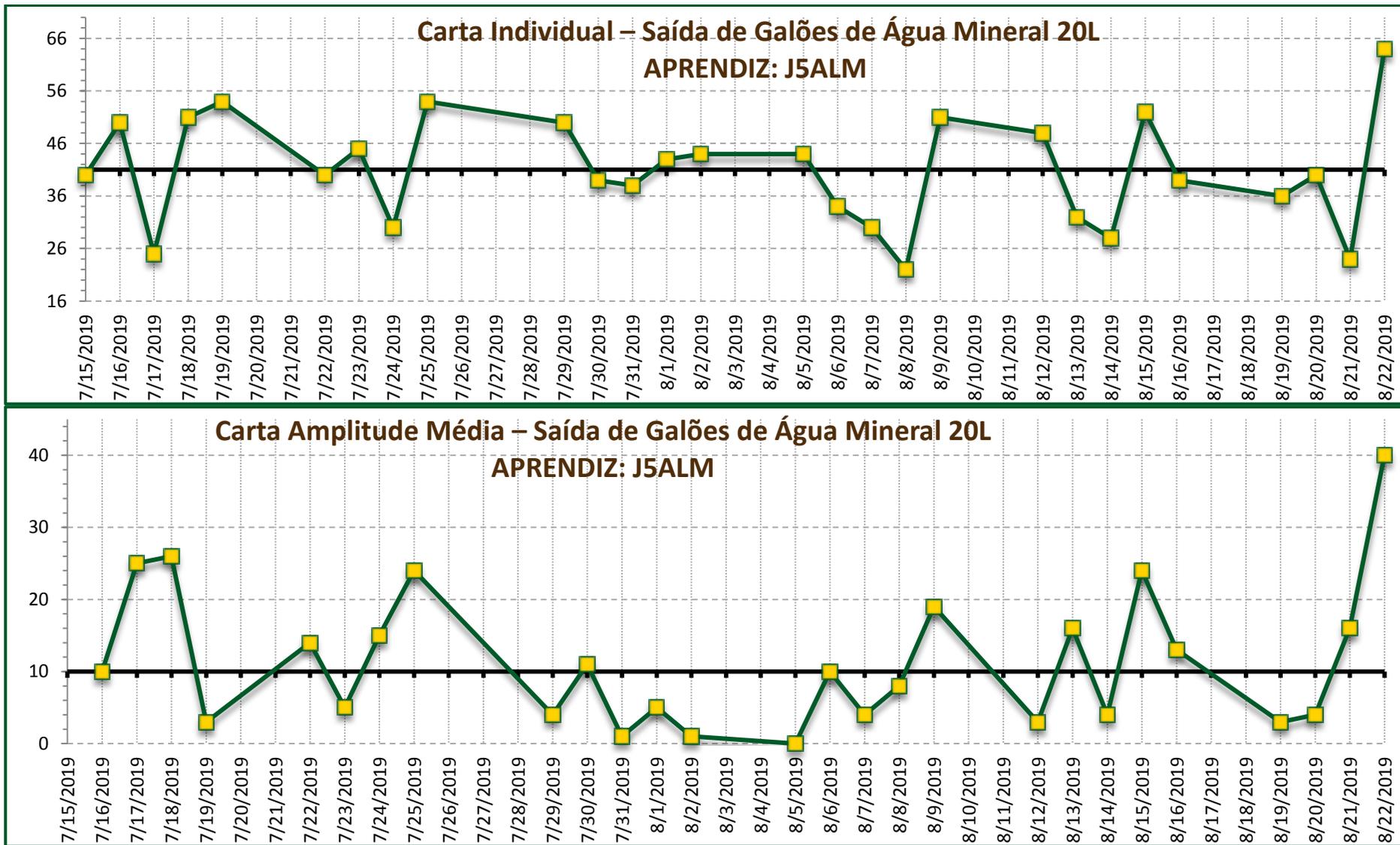
CARTA DE AMPLITUDE MOVEL – AMOSTRAS DE CHUMBO ANALISADAS

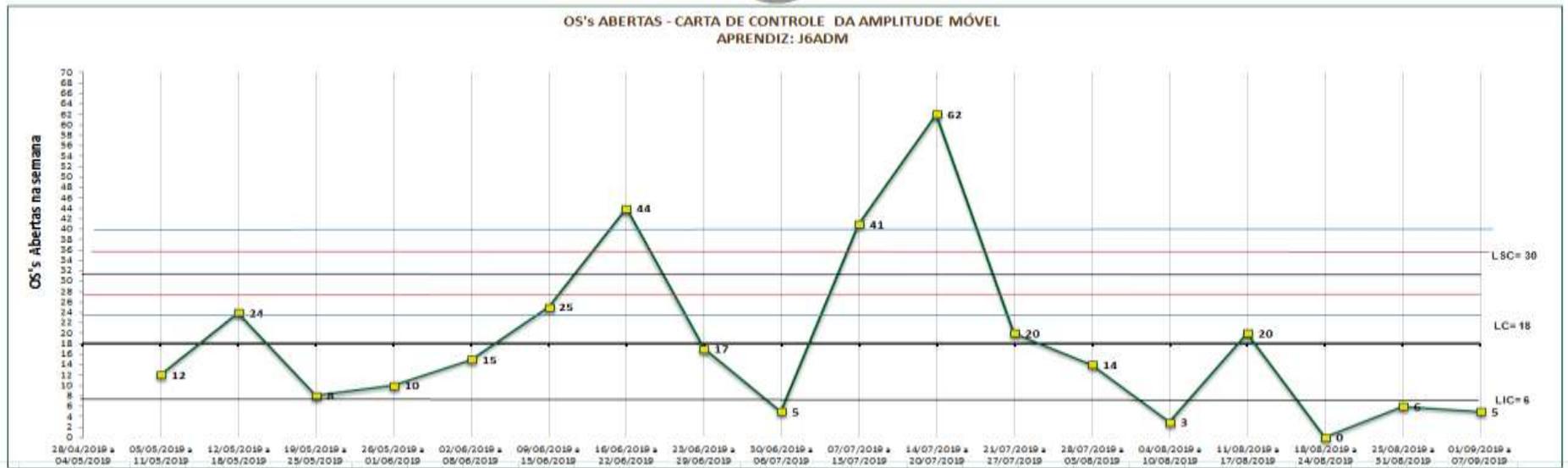


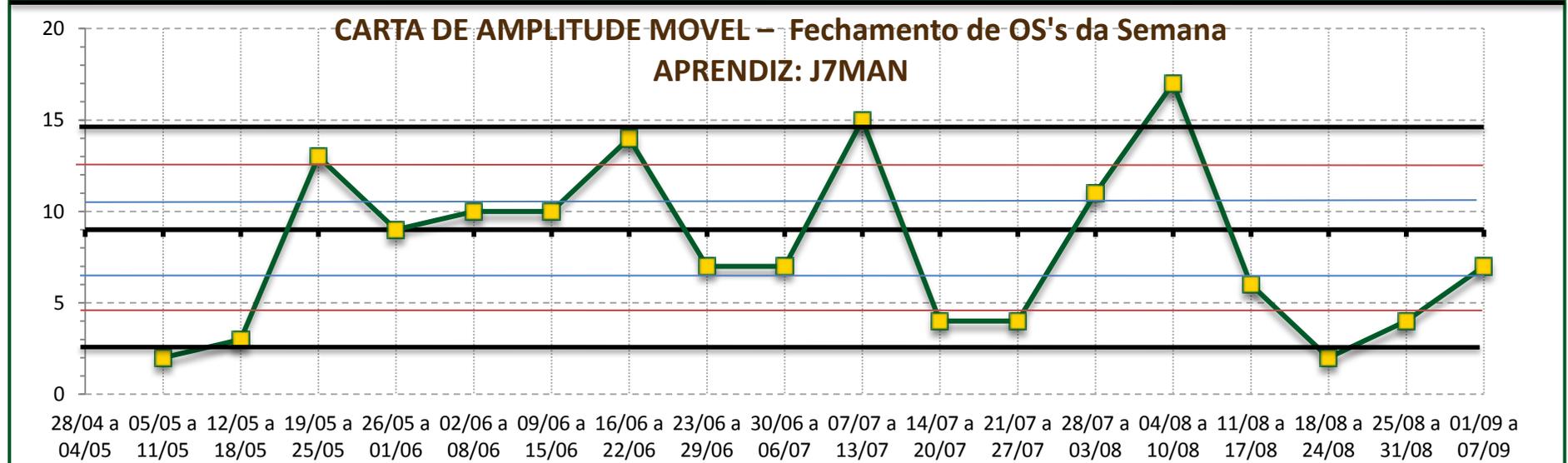
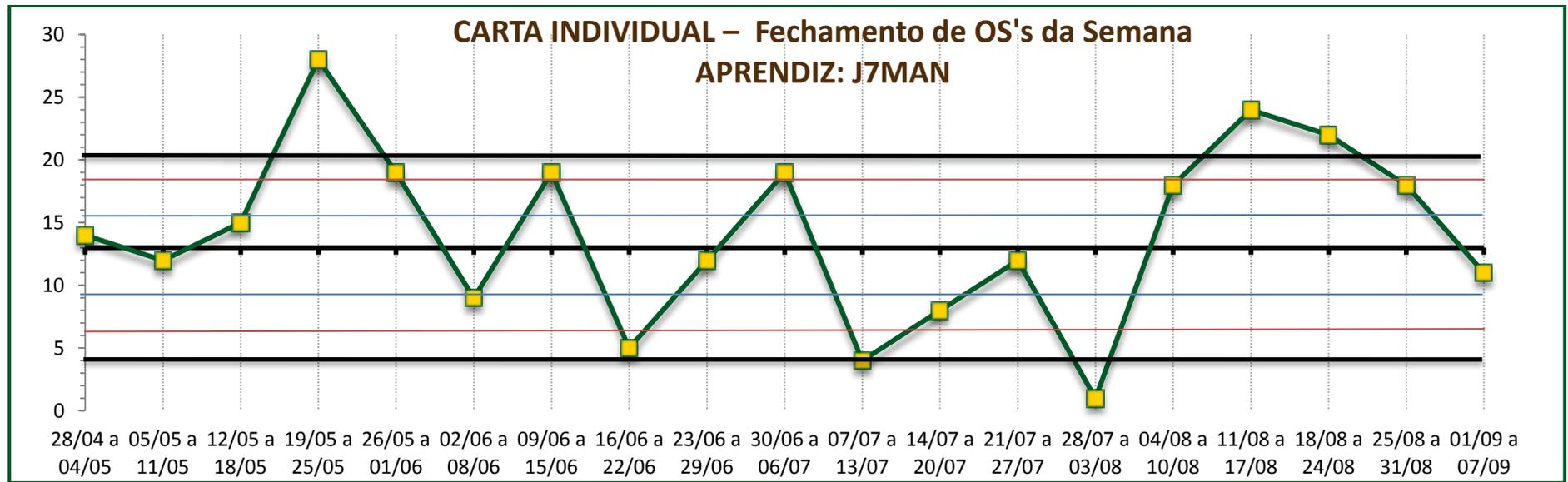




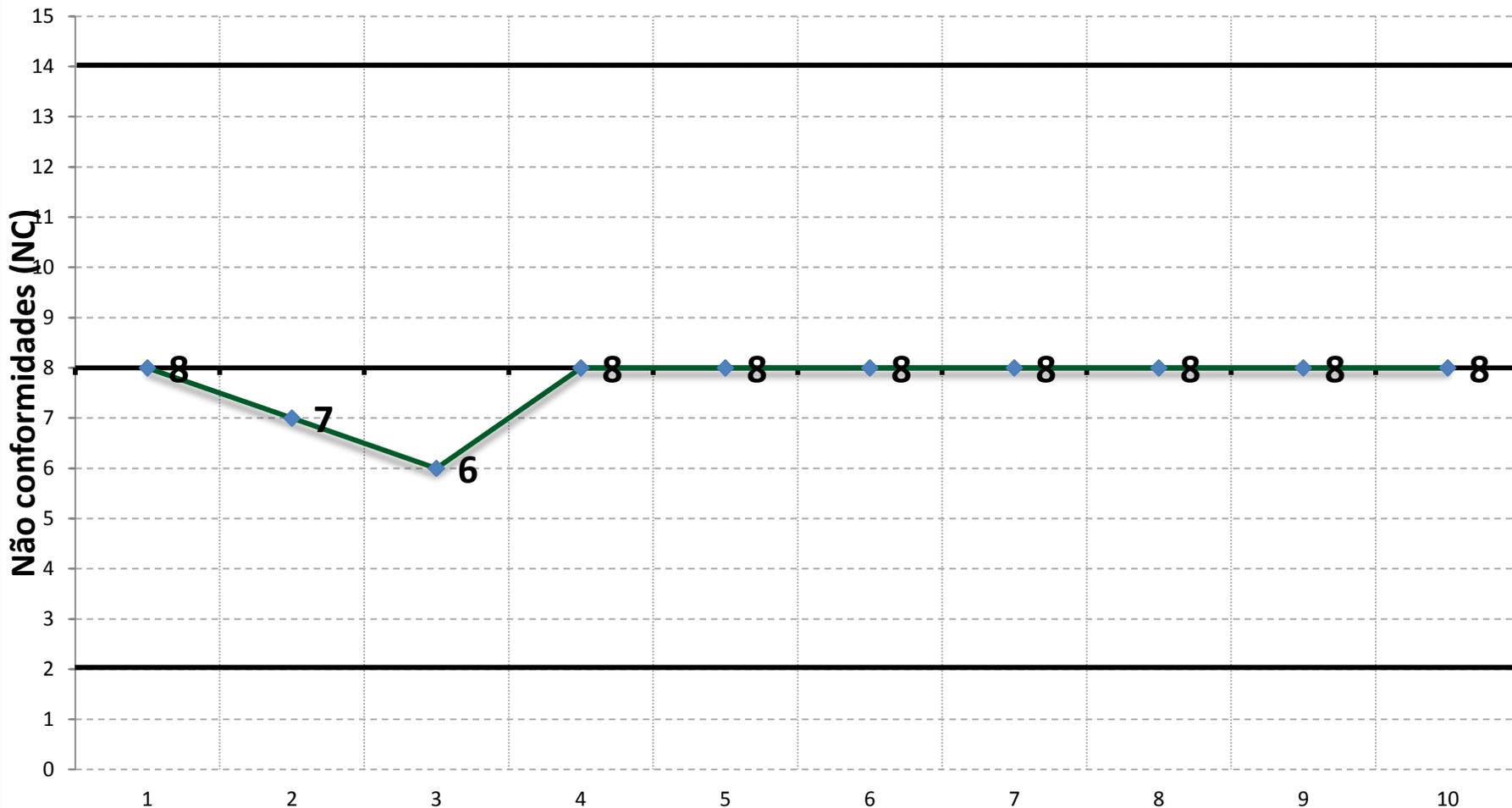


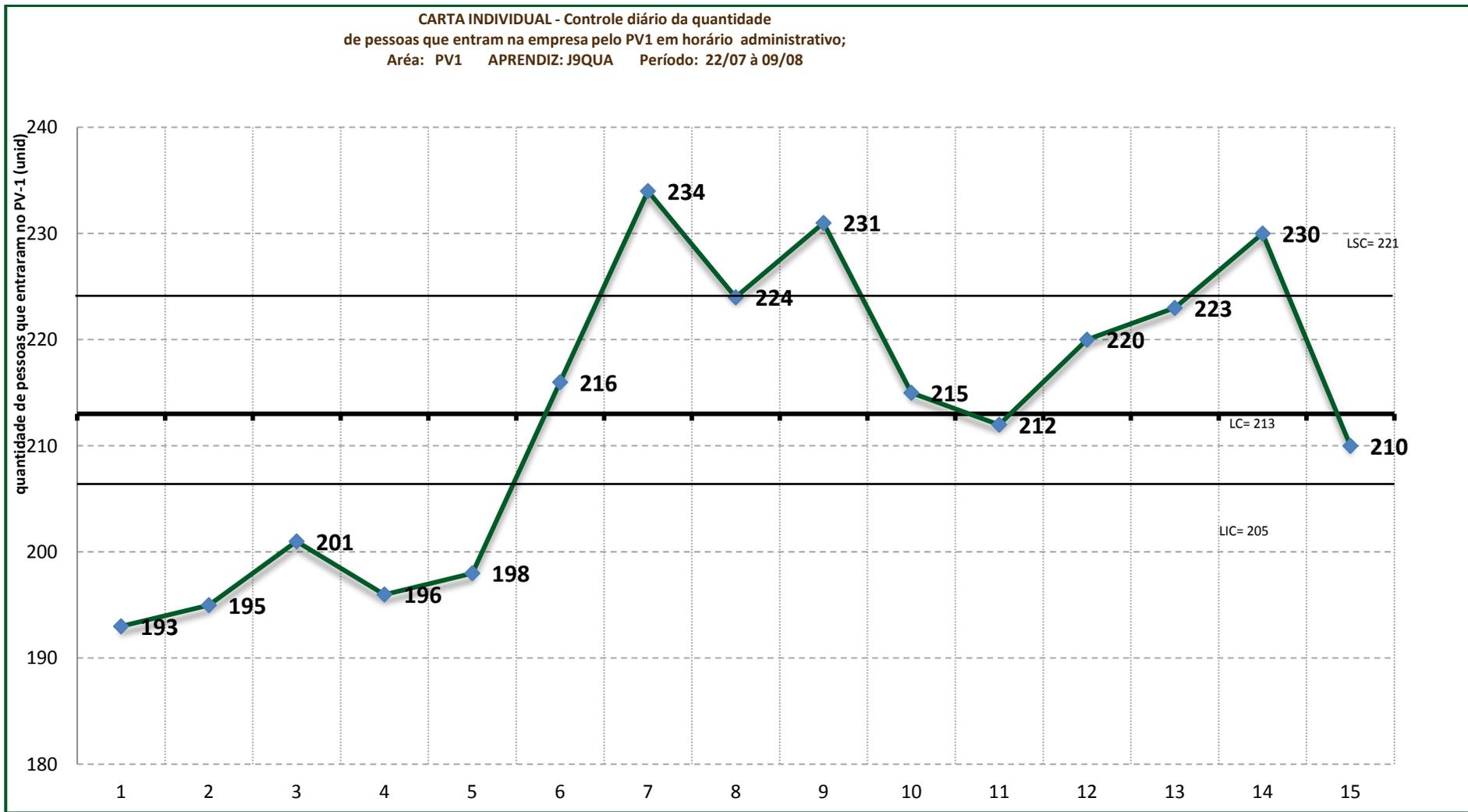


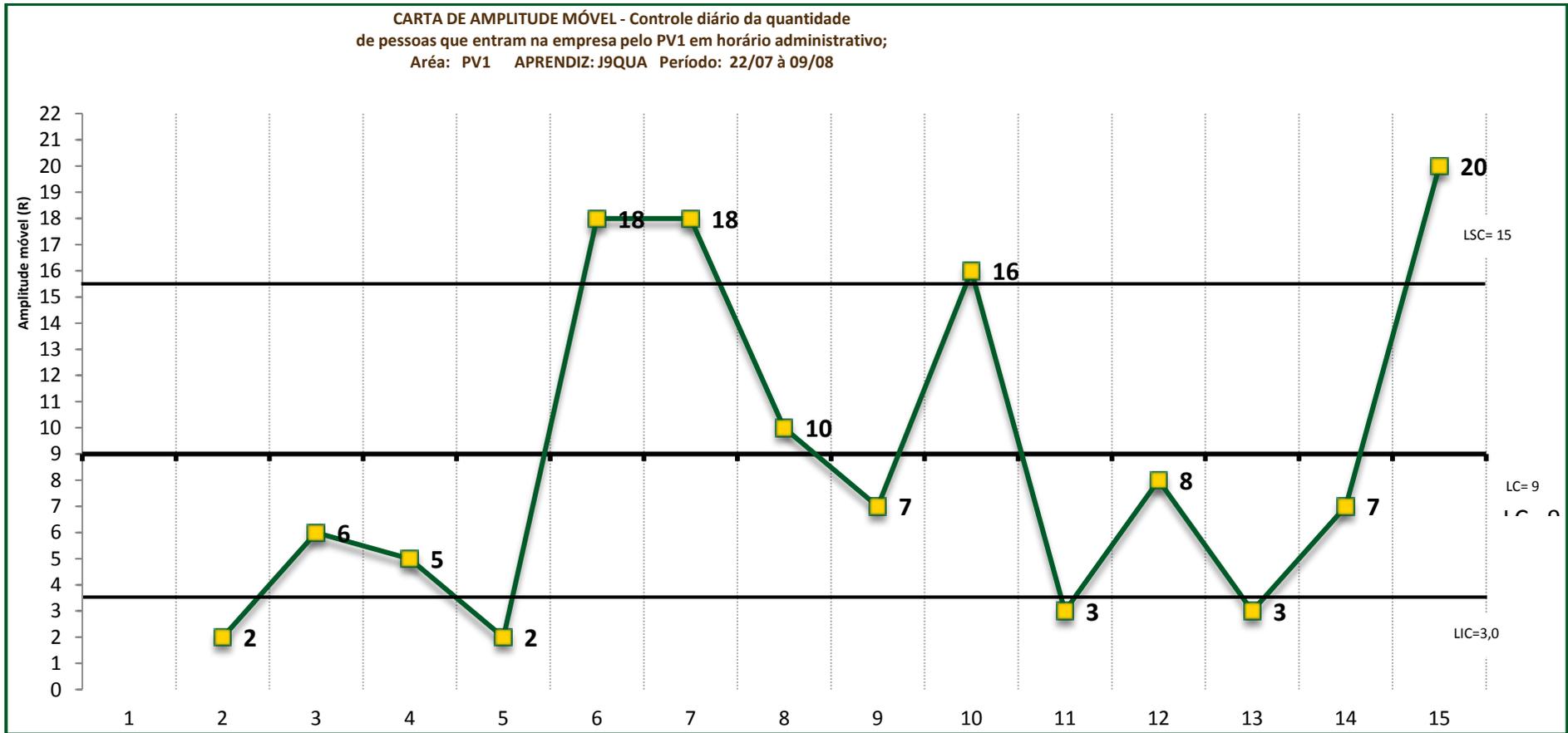


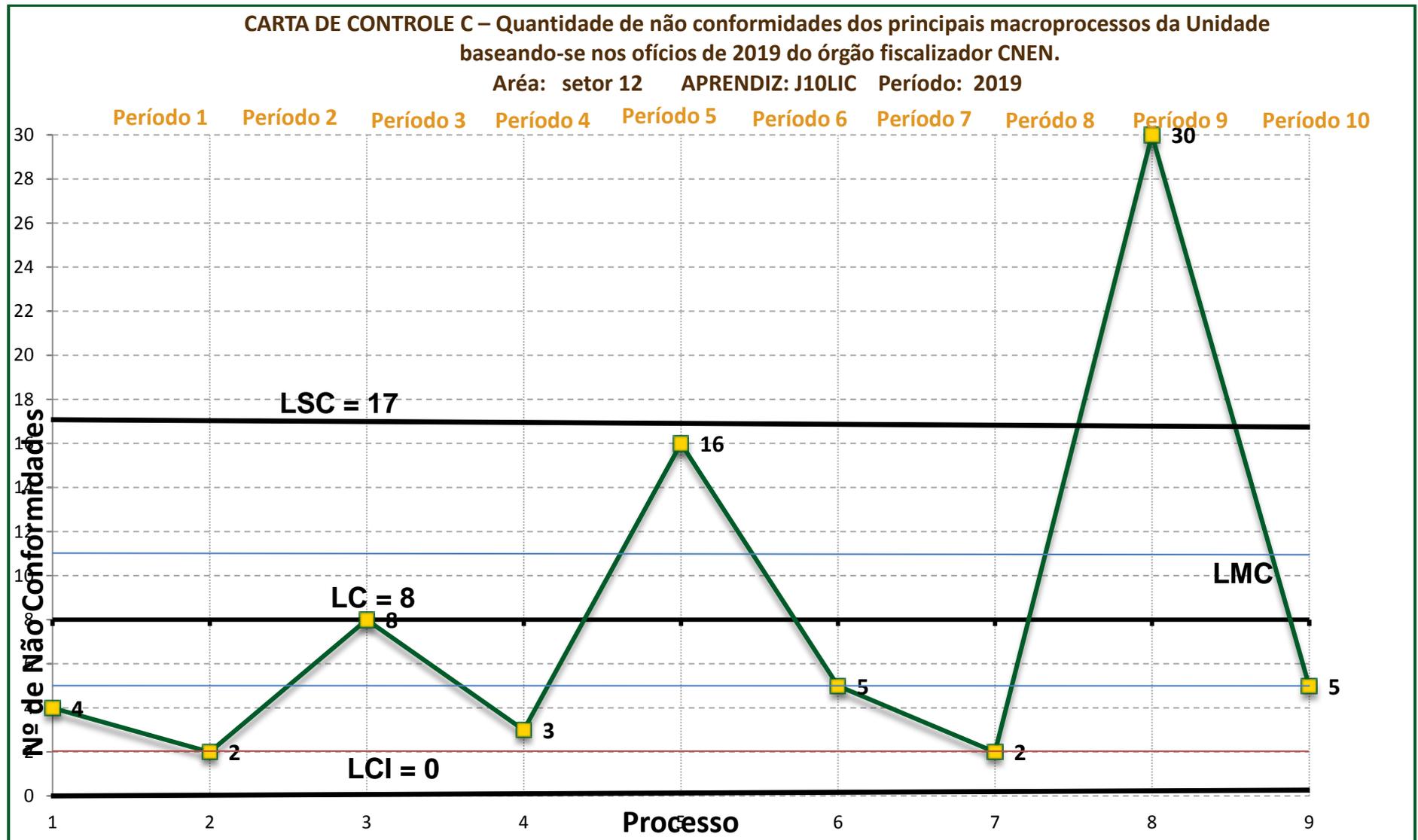


CARTA DE CONTROLE C – MONITORAMENTO DO DEPOSITO DE ESTÉRIO
Área: GELAV.M APRENDIZ: J8LAV Período: 2018 até 2019









Anexo VII - Chamada da Gincana da Qualidade

VEM AÍ ...

I GINCANA DA QUALIDADE - URA!

Um jeito diferente de fazer Qualidade!

Nos meses de setembro e outubro de 2019, cada setor receberá 13 atividades baseadas nos resultados da última auditoria da Qualidade ocorrida em julho e agosto de 2019, no Plano de Metas da Qualidade 2019, nas não conformidades abertas, nas oportunidades de melhoria do setor e outras pendências existentes na Unidade .

No final de outubro está programada uma nova auditoria e nesta, o Grupo Auditor realizará uma inspeção para avaliação das atividades e o status do Sistema de Garantia da Qualidade da Unidade. O resultado será divulgado em relatório próprio e o setor com melhor desempenho receberá uma premiação simbólica, a ser divulgada posteriormente.

A sua participação é a garantia de atendimento às demandas de Qualidade de nossa Unidade.



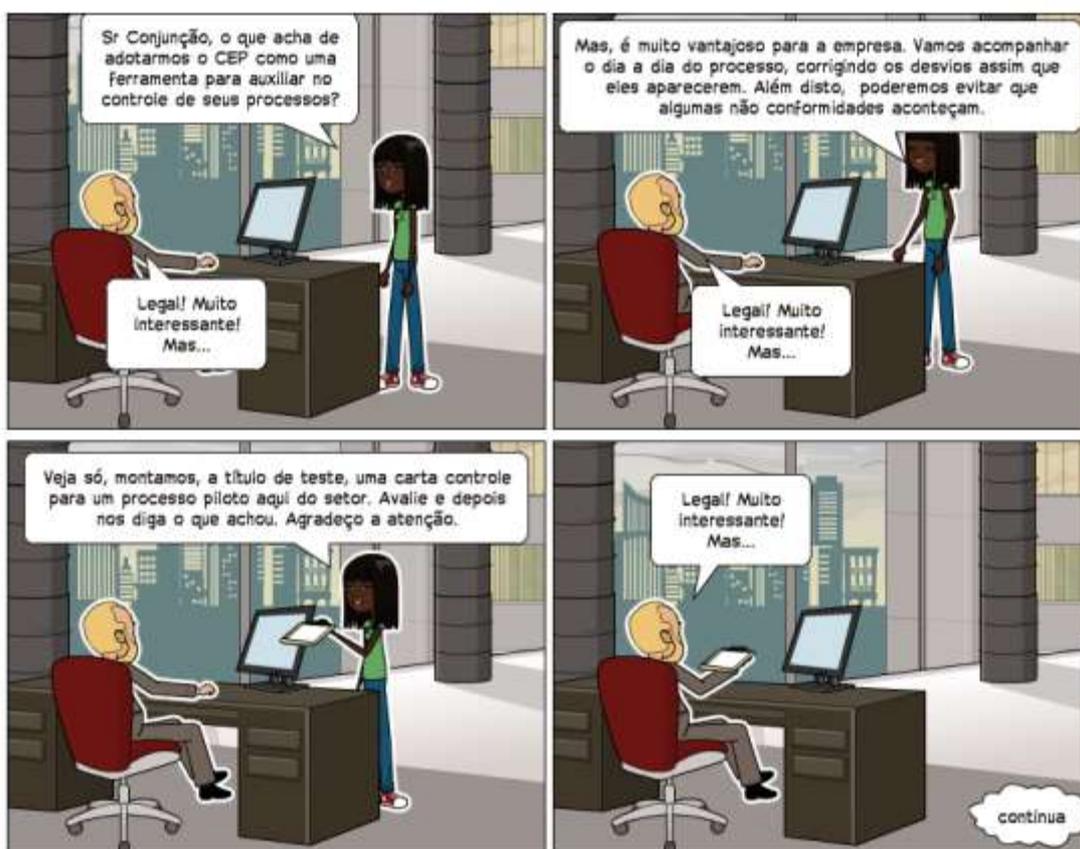
Nosso objetivo é semear cultura da qualidade para auxiliarmos à URA no desenvolvimento de suas atividades com vista na manutenção de nossa Autorização de Operação Permanente (AOP).

Unidade de Qualidade da URA

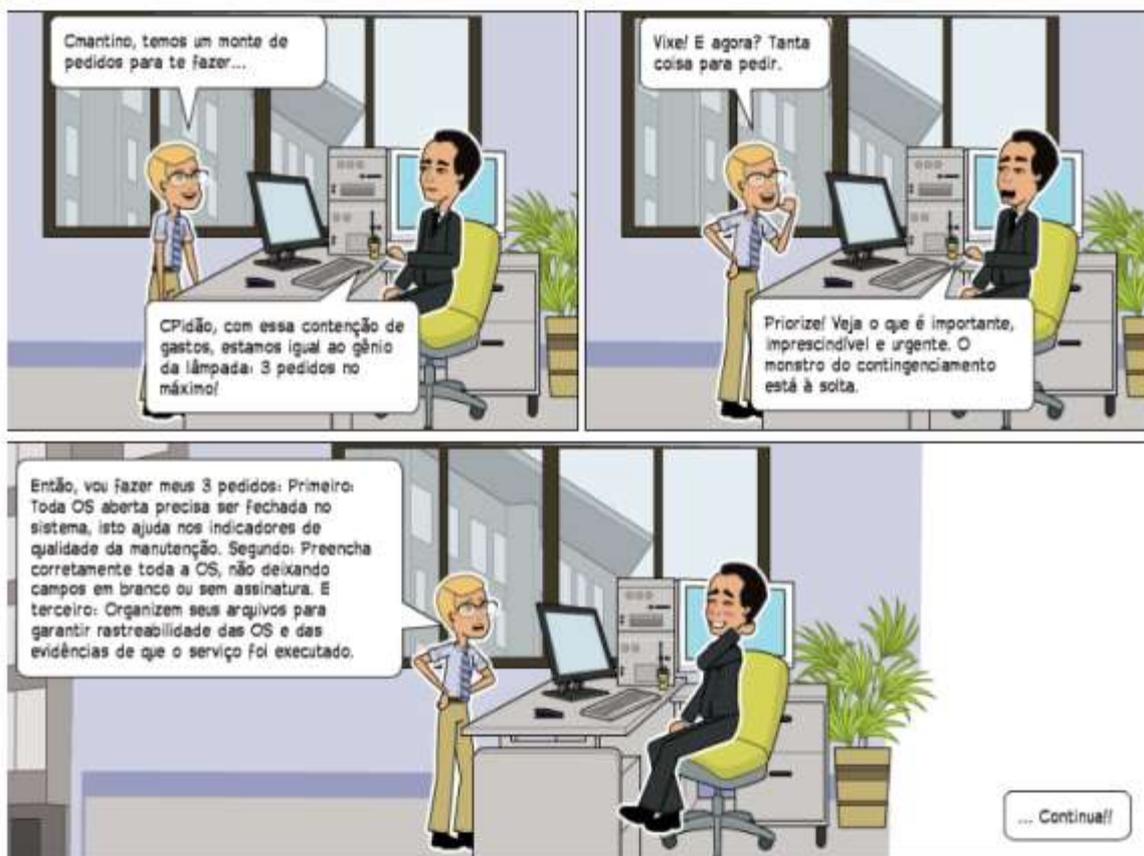
Anexo VIII – Tirinhas das campanhas educativas focadas em corrigir os desvios detectados pelo CEP



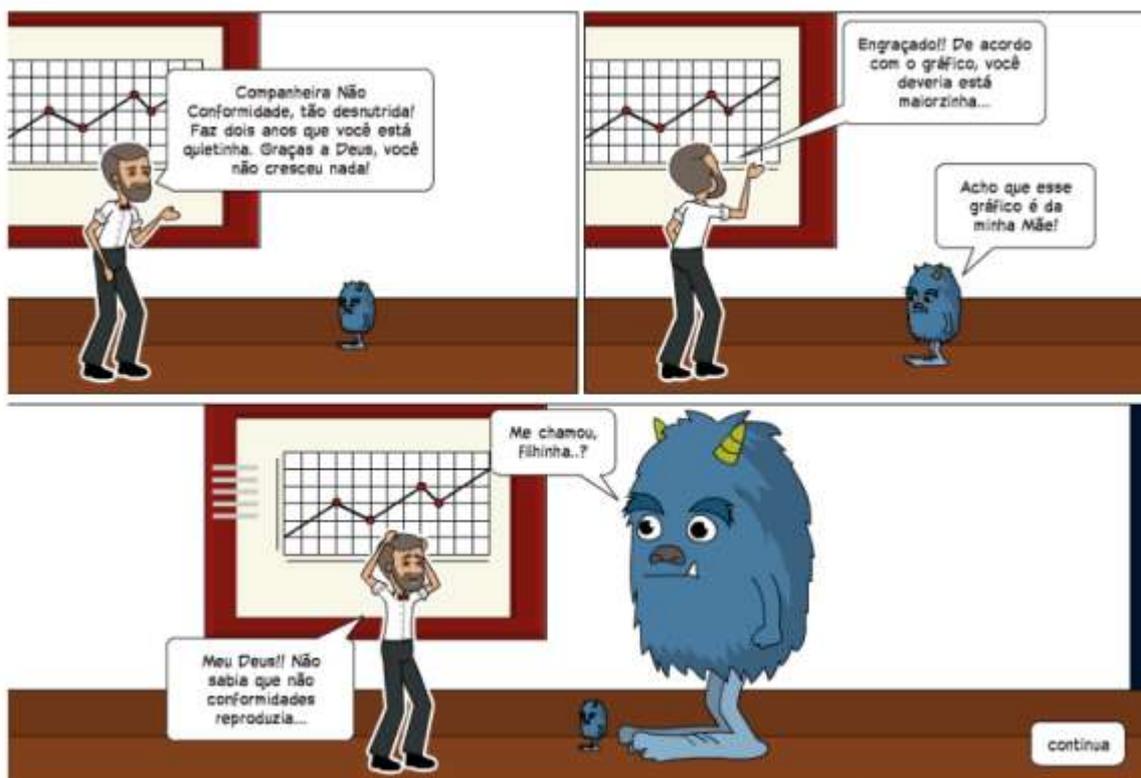
Fonte: O autor e o aprendiz J9QUA(2019).



Fonte: O autor e o aprendiz J4PRO(2019).



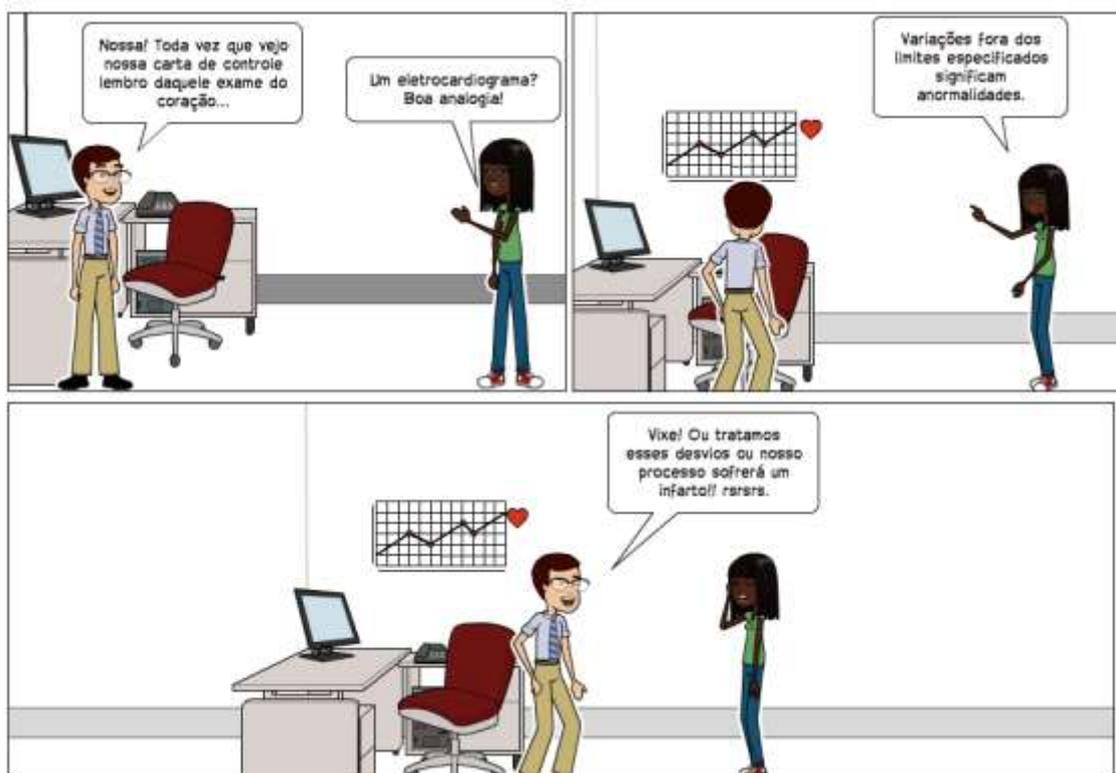
Fonte: O autor e os aprendizes J6MAN e J7MAN(2019).



Fonte: O autor e os aprendizes J8LAV e J10LIC(2019).



Fonte: O autor e o aprendiz J1ADM (2019).



Fonte: O autor e os aprendizes J2RAD e J3AMB (2019).

Anexo IX – Avaliação Diagnóstica Final dos conhecimentos estatísticos aplicados ao CEP

DIAGNÓSTICO FINAL DOS JOVENS APRENDIZES EM RELAÇÃO A ESTATÍSTICA BÁSICA APLICADA AO CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

PESQUISA: Controle Estatístico de Processos (CEP): uso de metodologias andragógicas na capacitação de jovens aprendizes na INB em Caetité/BA, visando à implantação dessa ferramenta na empresa.

PESQUISADOR: LUPICINO COSTA TEIXEIRA

DATA: ____/____/____

CÓDIGO DO APRENDIZ: _____

CONCEITOS BÁSICOS DA ESTATÍSTICA E APLICAÇÃO

1 - Imagine que você acaba de ser contratado por uma empresa que deseja implementar o CEP em seus processos. Sua primeira tarefa será avaliar a carta de controle abaixo, elaborada pelo funcionário que você substituiu. Ele deixou a carta pronta com todos os dados e o seu Gestor pede que você verifique os cálculos e a construção da carta para ter certeza de que não há erros.

Dados do processo:

Especificação: 225 a 275 kg.

Atividade: produção de DUA

Característica: peso do tambor de DUA (em kg)

Tamanho da amostra: 5 tambores

Frequência média das pesagens das amostras: de ½ em ½ hora

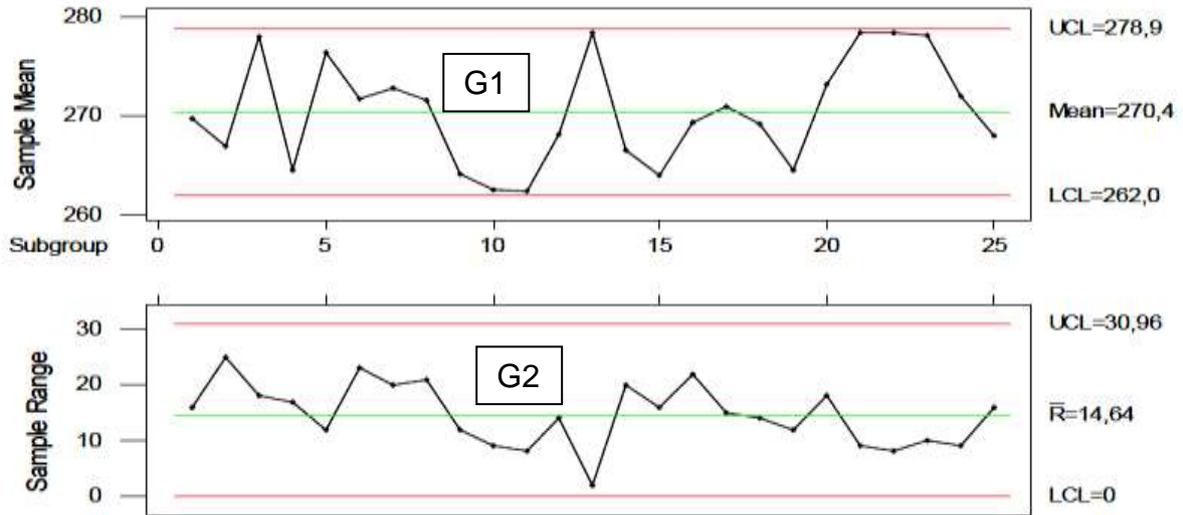
Total de coletas: 25

Produção Diária de 200 tambores de DUA das 07:00 às 19:00 horas

horário	1	2	3	4	5	\bar{X}	R
07:00	266	267	266	268	282	269,8	16
07:30	260	272	258	262	283	267,0	25
08:00	288	270	280	270	282	278,0	18
08:30	255	266	264	266	272	264,6	17
09:00	276	274	284	272	276	276,4	12
09:30	257	280	280	270	272	271,8	23
10:00	272	280	264	264	284	272,8	20
10:30	282	268	272	261	275	271,6	21
11:00	264	270	269	258	260	264,2	12
11:30	266	257	262	263	265	262,6	9
12:00	260	263	266	265	258	262,4	8
12:30	268	270	274	269	260	268,2	14
13:00	278	278	278	278	280	278,4	2
13:30	254	272	274	268	265	266,6	20
14:00	270	261	255	263	271	264,0	16
14:30	258	272	272	280	265	269,4	22
15:00	280	272	268	270	265	271,0	15
15:30	264	270	278	264	270	269,2	14
16:00	260	266	258	270	269	264,6	12
16:30	269	274	269	286	268	273,2	18
17:00	281	275	283	274	279	278,4	9
17:30	281	278	277	274	282	278,4	8
18:00	285	275	276	280	275	278,2	10
18:30	267	272	276	275	270	272,0	9
19:00	262	268	276	274	260	268,0	16

$$\bar{X} = 270,43 \quad ; \quad \bar{R} = 14,64 \quad ; \quad n = 5$$

Carta de Controle Média (Mean) e Amplitude (Range) para o peso dos tambores de DUA



Analisando as informações da carta elaborada sobre o processo em questão, pergunta-se:

- a) Qual a quantidade da população? _____
- b) Qual o parâmetro observado no processo? _____
- c) Qual o tamanho da parte da população que esta sendo analisada?

- d) Qual a variável do processo analisado? _____
- e) Quais os estimadores utilizados nestas cartas e o que estes estimadores avaliam? Há algum erro nos estimadores? Justifique sua resposta.

- f) Com base nos critérios estudados, o processo em questão, está ou não sob controle estatístico? Justifique sua resposta.

Caso não tenha compreendido o comando do enunciado para responder as perguntas apresentadas ou não saiba resolver alguma das perguntas, descreva, sucintamente, abaixo, a sua maior dificuldade nesta atividade:

Anexo X – Autoavaliação dos Jovens Aprendizes em relação ao processo andragógico associado ao CEP

AUTOAVALIAÇÃO DOS JOVENS APRENDIZES EM RELAÇÃO AO PROCESSO ANDRAGÓGICO ASSOCIADO AO CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

PESQUISA: Controle Estatístico de Processos (CEP): uso de metodologias andragógicas na capacitação de jovens aprendizes na INB em Caetité/BA, visando à implantação dessa ferramenta na empresa.

PESQUISADOR: LUPICINO COSTA TEIXEIRA

DATA: ____/____/____

CÓDIGO DO APRENDIZ: _____

Com base no processo de ensino e aprendizagem desenvolvido para a implantação do CEP na INB, avalie as questões a seguir, conforme critérios estabelecidos no cabeçalho do questionário.

CIRCULE UMA NOTA PARA CADA QUESTÃO											
QUESTÕES	CRITÉRIOS / NOTAS										
	NUNCA	POUCO			MÉDIO			MUITO			
1) No início do CEP, foi permitido que eu apontasse minhas dificuldades estatísticas e o que eu gostaria de aprender?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2) Foi explicado por que era importante aprender sobre Estatística?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3) Eu percebi que poderia participar o tempo todo apresentando minhas opiniões e sugestões?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4) Os encontros me ajudaram a diminuir as dificuldades que eu tenho em estatística?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5) Foram usados exemplos sobre como a Estatística acontece na prática?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6) Os encontros despertaram-me para dúvidas que antes eu não tinha?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7) Os encontros me motivaram a aprender mais sobre o assunto?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8) Me senti motivado em participar durante as aulas?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9) Eu tinha interesse pessoal em aprender sobre Estatística para desempenhar melhor o meu trabalho?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10) Fui informado que o CEP me ajudaria a fazer meu trabalho melhor?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11) Foi permitido que eu ajudasse na condução dos encontros, participando através dos relatos das minhas experiências?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12) As minhas experiências no processo piloto me ajudaram a entender o que conhecimento transmitido pelo facilitador?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13) As minhas experiências foram respeitadas durante os encontros?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14) As minhas experiências foram discutidas durante os encontros?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15) Foi permitido que eu fizesse uma avaliação do que aprendi?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16) O que eu aprendi nos encontros era o que eu precisava para realizar a implantação do CEP?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17) Conseguirei aproveitar tudo o que foi ensinado para atividades futuras?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18) O conhecimento adquirido nestes encontros pode ser imediatamente aplicado em outros processos?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19) Percebi com esse aprendizado que os processos do meu setor podem ser melhorados?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20) O CEP me trará alguma vantagem em minha vida profissional?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Caso queira comentar, criticar, sugerir ou complementar alguma informação relevante acerca das 20 questões avaliadas anteriormente, por favor, utilize o espaço abaixo.
